A T T I

DELLA

SOCIETÀ DEI NATURALISTI E MATEMATICI DI MODENA

Vol. CXLI

2010

Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena Modena è una rivista annuale, fondata nel 1866, che pubblica articoli originali riguardanti discipline scientifiche e ambientali (con particolare riguardo alla Regione Emilia-Romagna e all'Italia) e gli atti sociali. La rivista viene distribuita gratuitamente ai Soci e alle Società e Accademie corrispondenti, italiane e straniere, in tutte le parti del mondo.
La rivista è indicizzata da: Bibliography and Index of Geology, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Zoological Record e Referativnyi Zhurnal.

Consiglio Direttivo (2008-2010)
Presidente: Prof.ssa Carla Fiori
Consiglieri: Prof. Pietro Baraldi, Dr. Fabrizio Buldrini, Dr.ssa Isabella Massamba N'siala, Prof.ssa Lucrezia Mola, Prof.ssa Elisabetta Sgarbi, Prof. Giovanni Tosatti.
Revisori dei Conti: Prof. Ivano Ansaloni, Dr.ssa Milena Bertacchini, Prof.ssa Marisa Mari, Sig. Pietro Rompianesi *(membro supplente)*

Norme per l'accettazione degli articoli
Le comunicazioni sottomesse agli Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena per la pubblicazione, dopo che la Redazione abbia verificato la loro pertinenza con gli ambiti disciplinari della rivista, saranno sottoposti al giudizio di uno o due referee esterni, che valuteranno i lavori sia sotto l'aspetto dei contenuti sia sotto quello formale ed esprimeranno il loro parere vincolante circa l'accettabilità dei lavori stessi. Gli articoli presentati in inglese e gli *Abstract* saranno inoltre sottoposti a controllo linguistico da parte di docente madrelingua.

Settori disciplinari e relativi revisori scientifici

Meteorologia, Climatologia: Prof. Dino Zardi (Università di Trento), Dr. Paolo Frontero (ARPA Veneto)
Scienze della Terra: Prof. Claudio Tellini (Università di Parma), Dr. Alessandro Pasuto (C.N.R.–IRPI, Padova)
Botanica, Agraria: Dr.ssa Claudia Angiolini (Università di Siena), Dr.ssa Laura Sadori (Sapienza Università di Roma)
Zoologia, Ecologia: Prof.ssa Annamaria Volpi Ghirardini (Ca' Foscari Università di Venezia), Prof. Vincenzo Vomero (Direttore Musei Scientifici di Roma)
Matematica: Prof. Sergio Invernizzi (Università di Trieste)
Fisica: Prof.ssa Marisa Michelini (Università di Udine)
Chimica, Scienze Farmaceutiche: Prof. Gabriele Caviglioli (Università di Genova)
Archeologia, Antropologia: Dr. Marco Bettelli (C.N.R.–ICEVO, Roma), Dr. Alessandro Vanzetti (Sapienza Università di Roma)
Lingua Inglese: Prof.ssa Andrea Mary Lord (Università di Modena e Reggio Emilia)

Associato alla Unione Stampa Periodica Italiana

ISSN 0365 - 7027
Autorizzazione del Tribunale di Modena n. 387 del 10 agosto 1962
Direttore Responsabile: Giovanni Tosatti
Redazione: Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena
Largo S. Eufemia 19, 41121 Modena, Italia
sito web: www.socnatmatmo.unimore.it
e-mail: giovtos@unimore.it

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Luca Lombroso*

Annuario delle osservazioni meteoclimatiche dell'anno 2010 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena

Riassunto

Vengono presentati i dati meteorologici giornalieri rilevati dall'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena e Reggio Emilia nel 2010. La tradizionale pubblicazione dei dati avviene quest'anno in forma ridotta poiché si è verificato un peggioramento della dotazione strumentale e di personale dell'Osservatorio in seguito ai tagli economici ministeriali. Sono comunque pubblicati i grafici degli andamenti giornalieri e/o mensili di temperatura, piogge e nevicate con tabelle riassuntive.

Abstract

The daily meteorological data recorded in 2010 by the Geophysical Observatory of Modena and Reggio Emilia University (Italy) are shown. This year the traditional publication of these data is presented in a concise form owing to a worsening of the instrumental equipment and the reduction of the staff available and also following the heavy cutback of funds from the Ministry of Education. Nevertheless, various graphs concerning the daily and monthly trends of temperature, rainfall and snowfall are published together with summarizing tables.

Parole chiave: *meteorologia, climatologia, Modena*

Key words: *meteorology, climatology, Modena, Italy*

* Osservatorio Geofisico, Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Vignolese 905, 41125 MODENA, e-mail: luca.lombroso@unimore.it

1. Presentazione

In questo articolo vengono pubblicati i dati meteorologici giornalieri rilevati dall'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena e Reggio Emilia che dal 1830 raccoglie regolarmente i dati meteoclimatici presso il torrione di levante del Palazzo Ducale di Modena (lat. 44°38'53" N; long. 10°55'48" E da Greenwich). Le osservazioni di Modena vantano oltre 180 anni di misure meteoclimatiche e costituiscono una delle serie storiche più lunghe d'Italia. Le osservazioni, ora automatiche, nel XIX secolo venivano raccolte in prestigiosi e unici registri manoscritti. Dal 1896 l'Osservatorio Geofisico iniziò a pubblicare i dati anche in uno specifico "annuario". Gli annuari venivano spediti in scambio a osservatori meteorologici, astronomici, geofisici, sismici ecc. e ad altri istituti scientifici di tutto il mondo. Naturalmente, tutta la mole di dati è stata anche digitalizzata in un database.

Nella storia dell'Osservatorio non sono mancati momenti di difficoltà in cui l'annuario è uscito in ritardo, o accorpato in più annate, come durante le due guerre mondiali, ma di fatto la pubblicazione è proseguita fino al 1999. Da allora gli annuari non vengono più pubblicati come singoli volumi ma sono ospitati dagli "Atti" della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, dove già ne veniva pubblicato un riassunto.

Fino allo scorso anno in questo articolo, oltre ai dati meteorologici, venivano pubblicati anche commenti agli stessi e brevi approfondimenti. Quest'anno, purtroppo, si riscontra un peggioramento della dotazione strumentale e di personale dell'Osservatorio a causa dei tagli economici ministeriali ai comparti scuola, istruzione e ricerca. Nel 2010 le misure e le osservazioni sono faticosamente proseguite, ma la raccolta continuativa dei dati in futuro è messa a rischio dalla riduzione del personale e dai tagli ai fondi per la strumentazione. L'articolo esce così in veste ridotta, con le tabelle dei dati giornalieri in formato sintetico (senza i dati 8-14-19, comunque archiviati, e con i soli estremi e medie dei vari parametri) e senza commenti e approfondimenti.

Per comodità del lettore sono pubblicati alcuni grafici degli andamenti giornalieri e/o mensili di temperatura, piogge e nevicate e alcune tabelle riassuntive. Lasciamo al lettore valutare i dati qui pubblicati rimandandolo, per i confronti con le statistiche passate, al volume "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche" (Lombroso & Quattrocchi, 2008) e alle edizioni precedenti della presente pubblicazione sui volumi pregressi degli "Atti" (Lombroso et al., 2006, 2007, 2008, 2009). Confido però che, come in passato, l'Osservatorio di Modena superi le presenti difficoltà, affinché, come disse

Domenico Ragona[1], *"Noi dobbiamo essere ben lieti della nostra contribuzione in vantaggio della meteorologia, perché trasmetteremo ai nostri posteri ciò che ci hanno trasmetto i nostri antenati, cioè una miriade di osservazioni ed un'immensa copia di documenti meteorologici".*

2. Riepilogo dei principali dati meteorologici dell'anno 2010

	2010	Min storico	Max storico	Med.1971-2000
Temperatura media annua (°C)	14,2	11,8 (1881)	15,9 (2007)	13,8
Media delle temperature minime	11,2	7,1 (1879)	12,2 (2007)	10,3
Media delle temperature massime	17,2	15,9 (1861)	19,5 (2007)	17,2
Giorno più caldo (massimo di temperatura massima) (°C)	35,4 (17/07/2010)	30,6 (14/07/1912)	38,5 (29/07/1983)	34,3
Giorno più freddo (minimo di temperatura minima) (°C)	-5,1 (17/12/2010)	-15,5 (11/01/1985)	-1,0 (24/12/2008)	-5,3
Precipitazioni totali (mm)	921,0	305,4 (1834)	1153,3 (1839)	617,2
Giorno più piovoso dell'anno (mm)	73,8 (05/08/2010)	21,1 (16/11/1837)	165,4 (05/10/1990)	48,6
Numero di giorni con precipitazioni misurabili (prec.>0 mm)	129	57 (1847)	160 (1960)	101
cm neve fresca (anno 2010)	104	0 (2007) (1)	252 (1844)	25
cm neve fresca (inv. 2009/10)	113	0 (2006/07) (1)	242 (1844/45)	26
Numero giorni con neve misurabile (anno 2010)	13	0 (2007) (1)	23 (1895)	5
Numero di giorni con neve misurabile (inv. 2009/10)	13	0 (2006/07) (1)	25 (1894/95)	5
Max neve giornaliera (2010)	28 (31/01/2010)	0 (vari)	89 (14/12/1844)	–
Max neve giorn.(inv. 2009/10)	28 (31/01/2010)	0 (vari)	89 (14/12/1844)	–
Vento: max velocità in km/h	84 (31/05/2010)	67 (08/10/1988)	112 (24/07/2004)	–
(1) Vari anni: è indicato l'ultimo				

Tab. 1 – Riepilogo dei principali dati meteoclimatici del 2010 registrati presso l'Osservatorio Geofisico posto nel torrione di levante del Palazzo Ducale di Modena

[1] Domenico Ragona (1820-1892), fisico e meteorologo, studiò presso l'Università di Palermo e privatamente con lo zio, il fisico e storico Domenico Scinà. Dopo avere ottenuto ancora giovanissimo il posto di professore aggiunto di Fisica all'Università di Palermo, assunse nel 1850 la direzione dell'Osservatorio Astronomico di Palermo. Fra il 1850 e il 1853 Ragona soggiornò in Germania presso l'Osservatorio di Berlino e lì colse l'occasione di ordinare per l'Osservatorio di Palermo un equatoriale di Merz da 22 cm di diametro ed un cerchio meridiano di Pistor e Martins, rinnovando così completamente la dotazione strumentale dell'Osservatorio siciliano, che era rimasta immutata dai tempi dell'astronomo Giuseppe Piazzi. Nel 1860, a seguito dell'unificazione del Regno d'Italia, Ragona, che era dichiaratamente borbonico, fu rimosso dall'incarico e per tre anni rimase a disposizione del Ministero della Pubblica Istruzione. Nel 1863 fu inviato a dirigere l'Osservatorio di Modena dove trascorse il resto della sua vita. Di Domenico Ragona rimangono numerose pubblicazioni, soprattutto su argomenti di meteorologia.

3. Andamento dei principali dati meteorologici nell'anno 2010

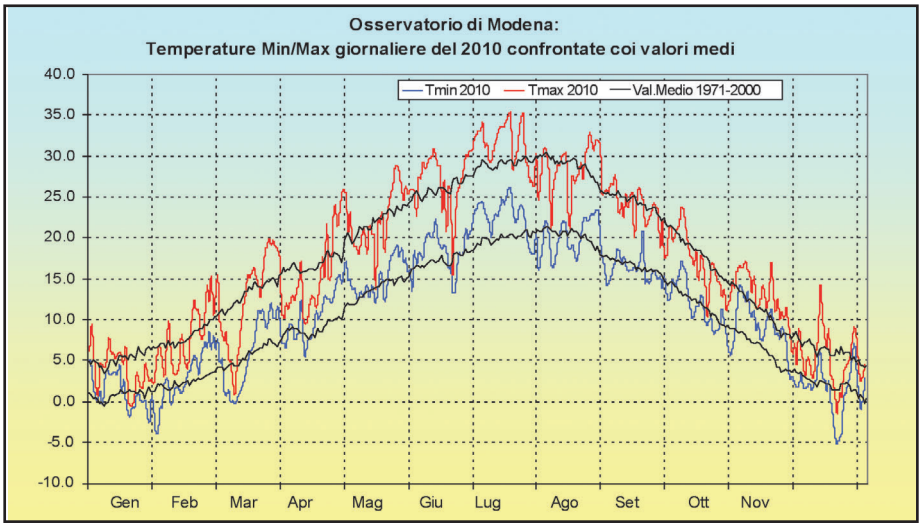

Fig. 1 – Andamento annuale delle temperature minime e massime giornaliere nel 2010 e confronto con i valori medi giornalieri (periodo 1971-2000)

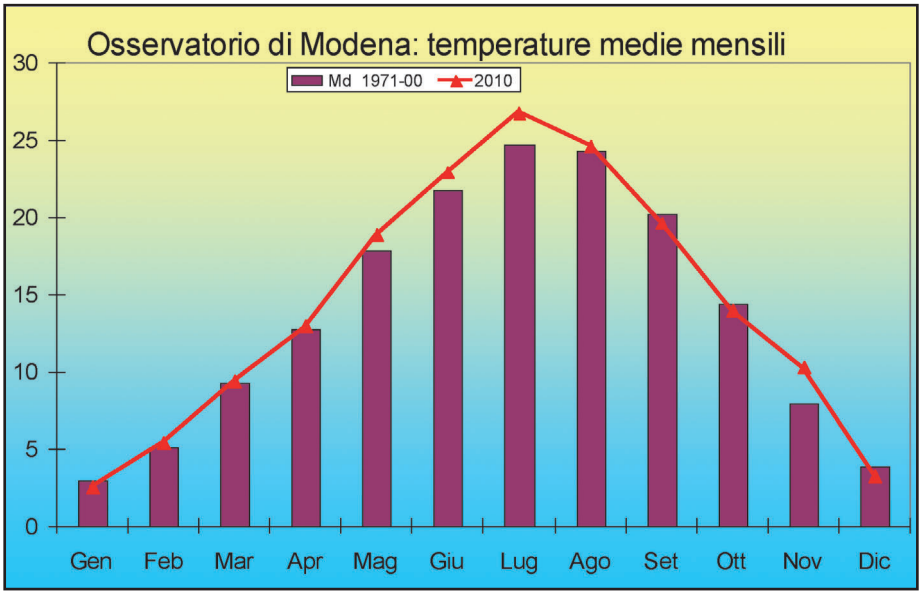

Fig. 2 – Temperature medie mensili del 2010 a confronto con la media climatologica (1971-2000)

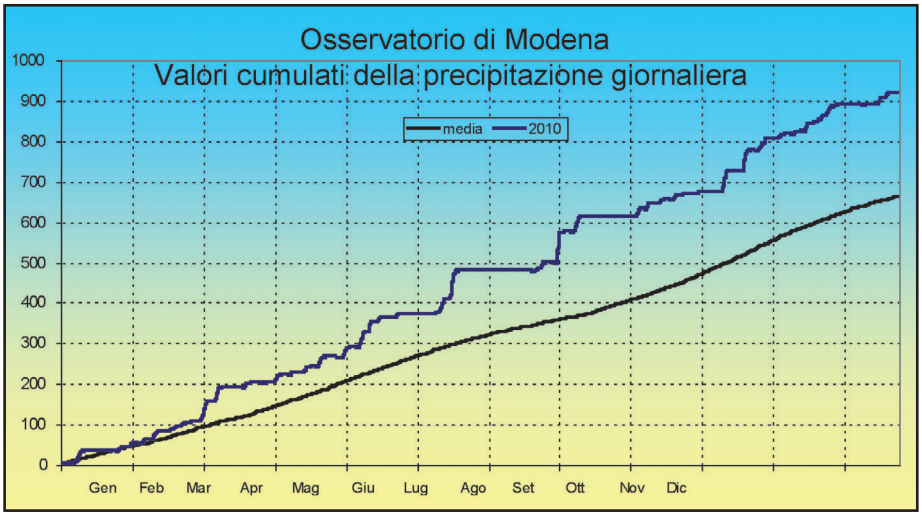

Fig. 3 – Precipitazioni giornaliere cumulate nel corso del 2010 confrontate con l'andamento annuale climatologico

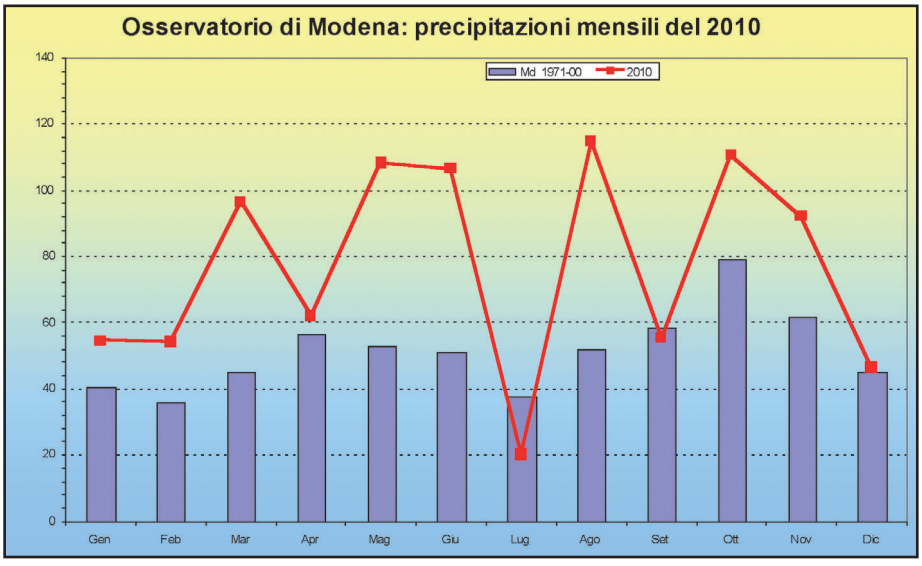

Fig. 4 – Precipitazioni mensili del 2010 confrontate con il valore medio del periodo 1971-2000

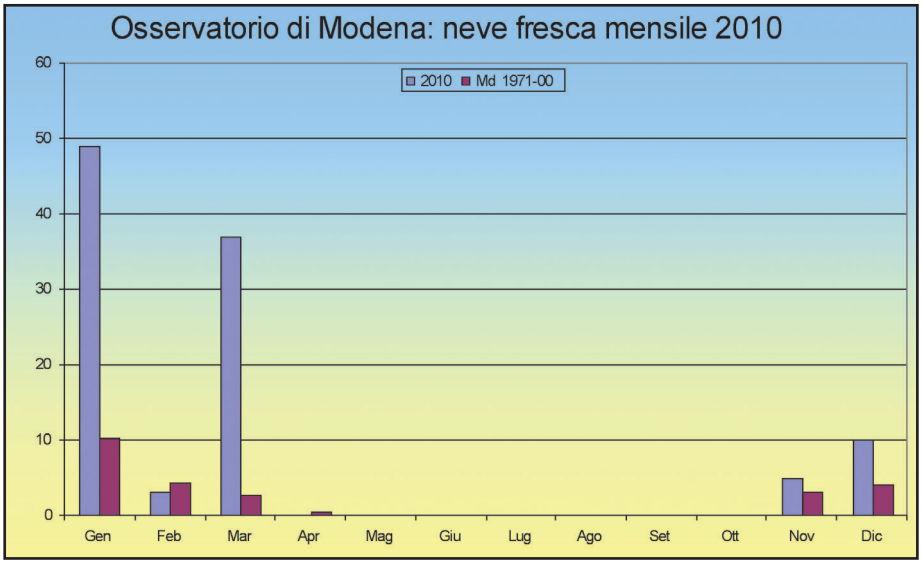

Fig. 5 – Precipitazioni nevose mensili del 2010 confrontate con il valore medio 1971-2000

4. Aggiornamento delle principali tabelle dei valori mensili del libro "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche"

Osservatorio Geofisico di Modena – aggiornamento dei dati del 2010																
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Media/somma	Data estremo
Min Tmin	°C	-2,4	-3,8	-0,2	5,5	12,1	13,5	16,2	14,3	12,4	5,8	1,8	-5,1	-5,1	17/12/2010
Max Tmax	°C	9,6	15,4	19,9	26	28,9	32,1	35,4	33	27,7	23,8	17,2	14,3	35,4	17/07/2010
Med Tmin	°C	1,3	3	6,1	10,5	15,2	18,7	22,3	20	15,9	11,2	8,5	1,5	11,2	
Med Tmax	°C	4	7,8	12,8	15,4	22,5	27,2	31,2	28,5	23,4	16,7	12,1	5,1	17,2	
Med Tmed	°C	2,6	5,4	9,4	13	18,9	22,9	26,8	24,3	19,7	14	10,3	3,3	14,2	
N.gg Tmax<=0°C	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	
N.gg Tmin<=0°C	-	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	22	
Somma P mm	mm	54,5	54,2	96,4	62,1	108	106,4	20,1	114,8	55,3	110,6	92,2	46,4	921	
Max P mm giorn.	mm	13	8,9	20,8	13,6	22,6	45,7	14,5	73,8	13,4	34,1	17,8	14,3	73,8	05/08/2010
N.gg Pmm>0 e Pmm<1	-	2	1	3	0	7	1	2	3	3	3	5	6	36	
N.gg Pmm>=1mm	-	9	13	8	8	8	7	2	4	8	7	12	7	93	
N.gg "pioggia" >0 mm		11	14	11	8	15	8	4	7	11	10	17	13	129	
Somma H neve	cm	49	3	37	0	0	0	0	0	0	0	5	10	104	
Massimo H neve	cm	28	2	26	0	0	0	0	0	0	0	5	8	28	31/01/2010
N.gg neve	-	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	13	
Somma GG >10°C	-	0	1,9	53,7	95,9	274,8	388,1	520,2	442,1	289,8	124,3	46,2	0,2	2237,2	
Somma GG<20°C	-	538,8	407,7	328	212,2	58,3	8,6	0	0,9	27,4	187,7	291,1	517,8	2578,5	
Media Pressione	hPa	1006,9	1000,2	1010,4	1010,3	1004,3	1005,6	1008,3	1007	1007,6	1008,6	1002	1006,2	1006,4	
Radiazione solare	MJ/m^2	48,6	116,9	291,3	469,3	505,6	606,9	718,1	561	365,7	183,3	63,4	36,6	3966,7	
Umidità media	%	85	82,1	70,3	58,8	57,8	53,2	45,7	53,7	62,4	75,5	88,5	86,5	68,3	
Vento Max	km/h	39,2	48,2	67,3	64,1	83,5	78,5	60,1	61,6	51,1	52,2	49,3	70,2	83,5	31/05/2010
Eliofania	ore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N.gg Temporali		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N.gg Grandine		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Giorni sereni		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Giorni coperti		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Giorni nebbia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N. giorni ≥30°C		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	20,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	

Tab. 2 – Aggiornamento delle principali tabelle del libro "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche": riepiloghi mensili dell'anno 2009

Osservatorio Geofisico di Modena – Riepilogo dati climatologici 1971-2000																
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Media/somma	Data estremo
Min Tmin (*)	°C	-15,5	-14	-6,1	-0,7	1,1	6,1	10,2	10,4	4,1	-1,4	-8,5	-14,6	-15,5	11/01/1985
Max Tmax (*)	°C	22,4	21,9	25,8	28,6	33,4	36,6	38,5	37,9	34,6	29,9	22,8	21,2	38,5	29/07/1983
Med Tmin	°C	0,8	2,4	5,5	8,9	13,7	17,3	20,1	20,1	16,3	11,4	5,7	1,8	10,3	-
Med Tmax	°C	5,3	7,9	13	16,8	22,1	26,1	29,2	28,6	24	17,4	10,2	6	17,2	-
Med Tmed	°C	3,0	5,1	9,3	12,8	17,9	21,7	24,7	24,3	20,2	14,4	8	3,9	13,8	-
Ngg Tmax<=0°C	-	1,6	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	2,8	-
Ngg Tmin<=0°C	-	11,6	6,4	1,5	0	0	0	0	0	0	0	1,5	8,9	30	-
Somma Pmm	mm	40,5	36	45,2	56,6	52,9	51,1	37,7	52,3	58,5	79,5	61,9	45,1	617,2	-
Max Pmm giorn.(*)	mm	44,2	79	80,2	66,8	62,8	84,7	77,7	99,6	78,7	165,4	72,6	92,6	165,4	05/10/1990
N.gg Pmm>0 e Pmm<1	-	2,8	2,3	2,1	2,5	2,5	2,2	1,5	1,7	1,6	2,8	2,7	3,9	28,6	-
N.gg Pmm>=1mm	-	5,8	5,3	5,8	8,3	7,8	5,9	3,9	4,6	5,1	7,3	7	5,4	72,1	-
N.gg "pioggia" >0 mm		8,6	7,6	7,9	10,8	10,3	8,1	5,4	6,3	6,7	10,1	9,7	9,3	100,7	-
Somma H neve	cm	10,2	4,3	2,6	0,5	0	0	0	0	0	0	3,1	4,1	24,8	-
Massimo H neve (*)	cm	80	43	40	15	10	0	0	0	0	0	26	89	89	14/12/1844
N.gg neve	-	1,8	0,9	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	4,8	-
Somma GG >10°C	-	0,4	2,5	30,4	92,5	245,1	350,4	454,3	443	304,9	140,9	16,4	0,2	2081	-
Somma GG<20°C	-	526,4	420,4	332,5	214,7	78,5	16,3	1,5	2,9	32,1	175,1	360,5	499,3	2660,1	-
Media Pressione	hPa	1011,5	1009,6	1007,9	1004,8	1006,2	1006,9	1007,2	1007,3	1008,8	1009,7	1009,6	1010,7	1008,4	-
Radiazione solare	MJ/m^2	120,1	168,8	287,3	357,4	518,7	534,5	594,2	493,4	328,1	229,2	126	109,9	3713,1	-
Umidità media	%	78,4	70,6	63,1	61,9	58,9	56,1	52,7	56,2	62,6	73,9	78	78,7	65,8	-
Vento Max (*)	km/h	100	96	106	95	93	105	112	106	92	76	90	82	112	24/07/2004
Eliofania	ore	94,8	122,1	169	206,8	252	291,9	336,2	309,1	223,3	161,6	95,2	80,2	2328,8	-
N.gg Temporali (**)		0,18	0,29	0,59	1,47	3,18	3,59	4	3,88	2,53	1,47	0,53	0,41	22,12	-
N.gg Grandine		0	0	0,07	0,07	0,64	0,5	0,21	0,21	0,07	0,14	0,07	0	1,53	-
Giorni sereni		5,8	5,9	6,3	5	5,7	6,8	12,6	11,9	8,2	6,1	3,9	5	83,2	-
Giorni coperti		14	9,5	6,7	8	6	3,2	1,5	2,2	3,6	8,9	13,2	14,1	91,1	-

Tab. 3 – Riepilogo delle medie ed estremi delle principali tabelle del libro "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche" (gli estremi sono riferiti all'intera serie 1830-2007)

Bibliografia

LOMBROSO L., QUATTROCCHI S. & SILVESTRI G., 2006 – *Osservazioni meteoclimatiche per il 2006 a Modena: caldo record soprattutto in autunno*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **137**, pp. 5-36.

LOMBROSO L., QUATTROCCHI S. & SILVESTRI G., 2007 – *Osservazioni meteorologiche 2007 a Modena: ancora una volta l'anno più caldo dal 1860*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **138**, pp. 5-37.

LOMBROSO L. & QUATTROCCHI S., 2008 – *L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche*. Edizioni SMS (progetto della Società Meteorologica Italiana Onlus con patrocinio dell'Università e Comune di Modena e finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena), 512 pp.

LOMBROSO L., QUATTROCCHI S. & SILVESTRI G., 2008 – *Osservazioni meteoclimatiche per il 2008, il 182° anno di misure meteorologiche a Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **139**, pp. 7-44.

LOMBROSO L., QUATTROCCHI S. & SILVESTRI G., 2009 – *Annuario delle osservazioni meteoclimatiche dell'anno 2009 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **140**, pp. 7-24.

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

gennaio 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-01-2010	**5,1**	6,3	5,7	**985,4**	93,0	**4,3**	0,0	4,3	W	22,7	0,110
2-01-2010	4,2	**9,6**	**6,9**	998,8	82,7	0,0	0,0	11,4	W	**39,2**	3,811
3-01-2010	1,5	5,9	3,7	1014,0	**55,7**	0,0	0,0	4,8	W	25,6	3,409
4-01-2010	0,3	1,6	1,0	1010,4	87,0	**1,0**	0,0	2,4	NW	18,7	0,105
5-01-2010	0,5	0,9	0,7	999,2	84,3	**1,5**	**1,0**	8,4	W	22,0	0,109
6-01-2010	1,3	4,8	3,1	994,1	84,7	0,0	**6,0**	4,7	W	18,7	2,610
7-01-2010	-0,3	4,5	2,1	1002,9	87,0	**3,4**	0,0	1,0	NW	23,8	3,579
8-01-2010	2,5	4,2	3,4	994,7	92,3	**11,0**	0,0	12,6	W	34,2	0,110
9-01-2010	4	5,1	4,6	989,9	**96,0**	**13,0**	0,0	8,4	W	30,6	0,265
10-01-2010	3,5	7,9	5,7	1002,0	83,0	0,0	0,0	6,2	W	22,0	**5,315**
11-01-2010	3,3	6	4,7	1007,3	84,3	0,0	0,0	2,4	SW	16,9	2,377
12-01-2010	3,6	6,1	4,9	1008,8	83,0	0,0	0,0	3,2	NW	14,4	1,746
13-01-2010	3,7	5,3	4,5	1004,4	93,0	0,0	0,0	10,0	NW	20,9	0,112
14-01-2010	3,3	5,8	4,6	1005,3	88,0	0,0	0,0	1,1	W	17,3	0,385
15-01-2010	4,5	6,1	5,3	1013,8	91,0	0,0	0,0	2,0	NW	18,4	0,107
16-01-2010	1,2	5,7	3,5	1019,4	79,3	0,0	0,0	0,5	E	13,0	4,552
17-01-2010	2,8	4,7	3,8	1015,7	87,0	0,0	0,0	0,0	NW	11,9	0,113
18-01-2010	0,1	6,6	3,4	1018,2	83,3	0,0	0,0	4,0	NW	21,6	2,269
19-01-2010	-1,4	0,1	-0,7	1016,3	90,0	0,0	0,0	0,0	W	14,8	0,396
20-01-2010	-1,7	**-0,4**	**-1,1**	1011,7	92,7	0,0	0,0	0,0			0,113
21-01-2010	-0,5	**-0,4**	-0,5	1013,5	93,7	0,0	0,0	0,8	E	12,6	0,118
22-01-2010	-0,7	0,8	0,1	1018,0	88,3	0,0	0,0	8,8	NW	21,2	0,112
23-01-2010	1,1	3,6	2,4	1019,0	82,0	0,0	0,0	3,4	NW	22,0	2,776
24-01-2010	1,1	2,6	1,9	1019,7	84,3	0,0	0,0	3,0	E	15,1	0,121
25-01-2010	0,2	1,8	1,0	**1022,2**	84,3	0,0	0,0	0,0	E	16,9	0,107
26-01-2010	0,1	1,7	0,9	1019,7	90,7	**7,7**	**10,0**	2,9	E	15,1	0,106
27-01-2010	0,2	4,7	2,5	1015,7	73,7	**2,5**	**4,0**	6,1	W	18,4	4,633
28-01-2010	-1,3	3,6	1,2	998,0	68,3	**0,1**	0,0	8,2	W	18,7	4,021
29-01-2010	**-2,4**	2,6	0,1	992,4	80,0	0,0	0,0	0,0	NW	21,6	3,536
30-01-2010	0,7	2,8	1,8	985,6	83,0	**0,3**	0,0	5,4	W	19,8	0,648
31-01-2010	-0,9	2,3	0,7	996,9	88,0	**9,7**	**28,0**	7,6	SW	26,6	0,951
1° decade	*2,3*	*5,1*	*3,7*	*999,2*	*84,6*	*34,2*	*7,0*	*6,4*		*39,2*	*19,4*
2° decade	*1,9*	*4,6*	*3,3*	*1012,1*	*87,2*	*0,0*	*0,0*	*2,3*		*21,6*	*12,2*
3° decade	*-0,2*	*2,4*	*1,1*	*1009,2*	*83,3*	*20,3*	*42,0*	*4,2*		*26,6*	*17,1*
MESE	**1,3**	**4,0**	**2,6**	**1006,9**	**85,0**	**54,5**	**49,0**	**4,3**		**39,2**	**48,7**
Min	*-2,4*	*-0,4*	*-1,1*	*985,4*	*55,7*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*11,9*	*0,1*
Max	*5,1*	*9,6*	*6,9*	*1022,2*	*96,0*	*13,0*	*28,0*	*12,6*		*39,2*	*5,3*
Dev.St.	2,1	2,5	2,1	11,0	8,0	3,6	5,4	3,6		6,2	1,7

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

febbraio 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-02-2010	-3,8	4,1	0,2	1007,1	58,7	0,0	0,0	11,0	W	21,6	8,406
2-02-2010	-3,5	6,8	1,7	1013,5	51,0	0,0	0,0	9,7	SW	22,7	8,212
3-02-2010	-0,6	6,7	3,1	1011,6	55,7	0,0	0,0	7,3	W	19,1	8,359
4-02-2010	-0,7	5,1	2,2	1016,9	73,3	0,0	0,0	1,4	S	13,3	2,648
5-02-2010	2,2	3,2	2,7	1006,5	93,3	2,8	0,0	3,2	W	40,7	0,285
6-02-2010	2,9	7,1	5,0	1000,0	95,7	7,9	0,0	14,6	W	48,2	0,270
7-02-2010	2,1	9,9	6,0	1004,1	74,0	0,0	0,0	3,5	NW	26,6	8,232
8-02-2010	-0,2	6,2	3,0	1002,5	82,3	0,0	0,0	6,4	NW	24,1	8,118
9-02-2010	0,4	3,7	2,1	999,1	87,7	0,0	0,0	8,0	E	20,5	1,897
10-02-2010	1,7	3,3	2,5	989,7	95,0	8,9	0,0	14,2	W	32,0	0,255
11-02-2010	1,9	3,6	2,8	990,2	95,3	6,8	1,0	4,3	NW	18,4	0,108
12-02-2010	1,5	4,5	3,0	997,5	92,0	4,4	2,0	12,7	W	29,9	0,897
13-02-2010	1,1	8,3	4,7	1003,0	73,7	0,0	0,0	0,8	SW	19,4	8,200
14-02-2010	1,8	6	3,9	1002,0	86,3	0,1	0,0	0,8	W	22,0	1,919
15-02-2010	2,3	4,5	3,4	1001,7	92,7	0,0	0,0	2,8	NW	19,8	2,013
16-02-2010	3,6	4,1	3,9	1000,3	87,0	1,5	0,0	3,7	W	19,4	0,171
17-02-2010	3,9	7,9	5,9	995,2	88,7	1,2	0,0	7,1	NW	22,3	1,860
18-02-2010	5	10,7	7,9	997,0	84,7	2,4	0,0	7,1	W	34,6	7,994
19-02-2010	5,8	12,4	9,1	983,9	96,7	3,3	0,0	20,6	E	46,8	2,304
20-02-2010	5,1	11,2	8,2	988,7	88,0	4,7	0,0	12,0	S	45,7	1,744
21-02-2010	3,3	11,3	7,3	1001,7	76,3	0,0	0,0	6,8	E	30,2	10,641
22-02-2010	5,2	7,8	6,5	1000,2	91,0	1,7	0,0	7,4	NE	18,7	1,299
23-02-2010	6,5	7,7	7,1	997,2	95,0	5,1	0,0	8,8	NW	26,6	0,797
24-02-2010	7,4	11,1	9,3	998,5	82,3	0,0	0,0	0,0	NW	15,5	3,152
25-02-2010	6,7	14,2	10,5	1000,9	78,3	0,0	0,0	3,6	E	23,4	10,211
26-02-2010	8,6	12,3	10,5	992,9	89,0	3,4	0,0	15,8	NW	38,5	5,082
27-02-2010	6,5	15,4	11,0	1004,8	46,7	0,0	0,0	3,7	W	32,8	11,530
28-02-2010	8,1	10,7	9,4	999,9	88,3	0,0	0,0	8,0	W	30,6	0,264
1° decade	*0,1*	*5,6*	*2,8*	*1005,1*	*76,7*	*19,6*	*0,0*	*7,9*		*48,2*	*46,7*
2° decade	*3,2*	*7,3*	*5,3*	*996,0*	*88,5*	*24,4*	*3,0*	*7,2*		*46,8*	*27,2*
3° decade	*6,5*	*11,3*	*8,9*	*999,5*	*80,9*	*10,2*	*0,0*	*6,8*		*38,5*	*43,0*
MESE	**3,0**	**7,9**	**5,4**	**1000,2**	**82,1**	**54,2**	**3,0**	**7,3**		**48,2**	**116,9**
Min	*-3,8*	*3,2*	*0,2*	*983,9*	*46,7*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*13,3*	*0,1*
Max	*8,6*	*15,4*	*11,0*	*1016,9*	*96,7*	*8,9*	*2,0*	*20,6*		*48,2*	*11,5*
Dev.St.	3,2	3,5	3,1	7,3	14,0	2,7	0,4	5,1		9,6	3,9

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

marzo 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-03-2010	6,5	13,3	9,9	1004,6	73,7	0,0	0,0	0,0	W	27,7	8,255
2-03-2010	7,7	15,5	11,6	1012,1	69,3	0,0	0,0	6,0	W	21,6	12,990
3-03-2010	4,9	9,8	7,4	1009,6	99,3	**16,5**	0,0	12,4	E	57,6	0,110
4-03-2010	5,3	8,4	6,9	999,9	93,0	**20,4**	0,0	9,1	NE	56,5	1,487
5-03-2010	1,4	7,5	4,5	1009,3	92,7	**11,4**	**1,0**	10,8	NE	46,1	0,609
6-03-2010	0,8	8,5	4,7	1009,2	54,3	0,0	0,0	7,0	E	33,1	14,356
7-03-2010	1,5	5,2	3,4	1014,4	85,3	**2,8**	0,0	14,4	E	40,0	0,730
8-03-2010	0	5	2,5	1010,1	54,0	0,0	0,0	12,2	NE	43,2	13,214
9-03-2010	0,2	2,5	1,4	1005,7	78,3	**10,7**	**10,0**	24,7	NE	**67,3**	0,454
10-03-2010	**-0,2**	**1,1**	**0,5**	1005,4	**100,0**	**20,8**	**26,0**	12,1	NE	63,7	0,114
11-03-2010	0,5	5,2	2,9	1005,1	85,3	0,0	0,0	5,9	W	19,8	11,078
12-03-2010	0,9	6,6	3,8	1009,7	78,0	**0,2**	0,0	1,8	SW	15,8	7,180
13-03-2010	1,6	9,3	5,5	1013,1	69,0	0,0	0,0	0,0	W	15,1	15,746
14-03-2010	2,4	11,7	7,1	1011,9	65,0	0,0	0,0	0,0			15,496
15-03-2010	3,5	13,3	8,4	1013,3	62,3	0,0	0,0	6,7	W	28,4	15,058
16-03-2010	5	15,5	10,3	1015,2	**42,7**	0,0	0,0	7,6	W	31,0	14,921
17-03-2010	6	15,3	10,7	1022,4	51,3	0,0	0,0	0,0	W	17,3	12,418
18-03-2010	6,6	15,9	11,3	**1023,0**	50,0	0,0	0,0	5,3	SW	21,6	13,406
19-03-2010	7,2	16,4	11,8	1022,4	55,7	0,0	0,0	3,1	E	20,9	12,904
20-03-2010	9,1	15,3	12,2	1018,6	68,0	0,0	0,0	2,3	SW	20,5	4,267
21-03-2010	11,2	14,5	12,9	1016,8	83,7	0,0	0,0	3,5	NE	15,1	3,437
22-03-2010	10,8	12,8	11,8	1015,3	96,3	**10,8**	0,0	2,0	E	13,7	0,260
23-03-2010	11,3	15,7	13,5	1013,0	88,3	**0,8**	0,0	3,2	NE		3,015
24-03-2010	9,9	17,9	13,9	1010,7	76,0	0,0	0,0	3,4	E		13,535
25-03-2010	9,1	19,2	14,2	1010,9	77,3	0,0	0,0	6,0	E	34,2	14,294
26-03-2010	11	**19,9**	15,5	1007,1	67,0	0,0	0,0	17,8	SW	52,6	10,437
27-03-2010	**12**	19,3	**15,7**	1003,5	44,7	0,0	0,0	17,8	W	60,1	16,160
28-03-2010	10,3	19,7	15,0	1006,4	44,3	0,0	0,0	0,0	SW	24,8	**17,399**
29-03-2010	10,4	19	14,7	1006,8	54,0	0,0	0,0	6,1	NE	22,3	14,958
30-03-2010	11,7	18,6	15,2	**996,4**	63,3	**1,3**	0,0	7,8	SE	49,3	9,108
31-03-2010	10	17,5	13,8	999,2	55,7	**0,7**	0,0	4,8	W	55,4	13,772
1° decade	*2,8*	*7,7*	*5,2*	*1008,0*	*80,0*	*82,6*	*37,0*	*10,9*		*67,3*	*52,3*
2° decade	*4,3*	*12,5*	*8,4*	*1015,5*	*62,7*	*0,2*	*0,0*	*3,3*		*31,0*	*122,5*
3° decade	*10,7*	*17,6*	*14,2*	*1007,8*	*68,2*	*13,6*	*0,0*	*6,6*		*60,1*	*116,4*
MESE	**6,1**	**12,8**	**9,4**	**1010,4**	**70,3**	**96,4**	**37,0**	**6,9**		**67,3**	**291,2**
Min	*-0,2*	*1,1*	*0,5*	*996,4*	*42,7*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*13,7*	*0,1*
Max	*12,0*	*19,9*	*15,7*	*1023,0*	*100,0*	*20,8*	*26,0*	*24,7*		*67,3*	*17,4*
Dev.St.	4,2	5,5	4,7	6,5	17,2	6,3	4,9	6,0		17,1	6,0

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

aprile 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-04-2010	7,2	11,2	9,2	1005,3	75,0	**1,6**	0,0	13,9	E	59,8	10,009
2-04-2010	7,2	10,3	8,8	1010,5	44,7	0,0	0,0	4,0	W	29,9	16,813
3-04-2010	6,6	12	9,3	1012,5	60,0	0,0	0,0	4,8	E	23,8	12,864
4-04-2010	8,9	11,4	10,2	1008,0	73,0	**10,6**	0,0	8,8	E	51,1	8,569
5-04-2010	9,6	12,3	11,0	1013,5	60,3	**5,9**	0,0	7,7	W	34,9	7,294
6-04-2010	9,1	13	11,1	1016,7	46,7	0,0	0,0	9,5	W	23,4	20,670
7-04-2010	7,7	12,4	10,1	1014,3	55,7	0,0	0,0	9,8	E	28,4	19,979
8-04-2010	7,9	13,6	10,8	1014,6	50,7	0,0	0,0	8,2	E	29,5	20,497
9-04-2010	10	14,9	12,5	**1017,2**	46,3	0,0	0,0	6,1	W	24,1	20,445
10-04-2010	12,5	17	14,8	1010,3	**39,0**	0,0	0,0	3,1	W	58,3	20,116
11-04-2010	8	10,5	9,3	1007,6	57,0	**7,1**	0,0	12,6	E	**64,1**	16,539
12-04-2010	**5,5**	**9,6**	**7,6**	1005,1	57,7	0,0	0,0	6,0	E	43,6	14,476
13-04-2010	7,5	10,1	8,8	1005,8	66,3	0,0	0,0	1,7	SE	19,8	9,712
14-04-2010	7,7	12,1	9,9	**1003,8**	48,0	0,0	0,0	7,1	SW	41,0	20,852
15-04-2010	7,9	12,9	10,4	1005,7	54,3	0,0	0,0	8,6	E	33,5	19,616
16-04-2010	9	12,8	10,9	1007,9	54,3	0,0	0,0	8,5	E	38,9	17,655
17-04-2010	11,1	11,5	11,3	1010,7	80,0	**11,4**	0,0	7,0	W	32,4	3,574
18-04-2010	10,2	12,7	11,5	1009,4	72,0	**2,6**	0,0	8,0	E	24,8	14,401
19-04-2010	10,6	15,1	12,9	1006,2	53,3	0,0	0,0	7,9	W	29,5	19,849
20-04-2010	11,7	17,7	14,7	1007,6	40,7	0,0	0,0	4,6	SW	28,4	**22,144**
21-04-2010	12,9	15,4	14,2	1006,0	46,3	0,0	0,0	6,6	SW	24,8	21,576
22-04-2010	12,7	21,7	17,2	1005,6	57,7	0,0	0,0	9,8	NE	37,8	17,637
23-04-2010	12,7	15	13,9	1006,8	93,3	**13,6**	0,0	14,4	NE	43,2	0,838
24-04-2010	12,1	15,7	13,9	1012,8	**95,7**	**9,3**	0,0	5,5	E	38,9	1,863
25-04-2010	12,6	22,1	17,4	1015,6	70,3	0,0	0,0	7,9	W	24,8	18,031
26-04-2010	14	24,1	19,1	1014,0	54,0	0,0	0,0	2,3	W	22,3	19,939
27-04-2010	15,2	21,5	18,4	1016,1	70,0	0,0	0,0	7,9	NW	25,2	10,712
28-04-2010	15,6	23,4	19,5	1017,1	55,0	0,0	0,0	6,0	W	22,7	20,938
29-04-2010	14,5	25,4	20,0	1012,9	45,7	0,0	0,0	8,3	E	25,6	22,089
30-04-2010	**15,8**	**26**	**20,9**	1008,2	40,7	0,0	0,0	6,7	W	27,4	19,704
1° decade	*8,7*	*12,8*	*10,7*	*1012,3*	*55,1*	*18,1*	*0,0*	*7,6*		*59,8*	*157,3*
2° decade	*8,9*	*12,5*	*10,7*	*1007,0*	*58,4*	*21,1*	*0,0*	*7,2*		*64,1*	*158,8*
3° decade	*13,8*	*21,0*	*17,4*	*1011,5*	*62,9*	*22,9*	*0,0*	*7,5*		*43,2*	*153,3*
MESE	**10,5**	**15,4**	**13,0**	**1010,3**	**58,8**	**62,1**	**0,0**	**7,4**		**64,1**	**469,4**
Min	*5,5*	*9,6*	*7,6*	*1003,8*	*39,0*	*0,0*	*0,0*	*1,7*		*19,8*	*0,8*
Max	*15,8*	*26,0*	*20,9*	*1017,2*	*95,7*	*13,6*	*0,0*	*14,4*		*64,1*	*22,1*
Dev.St.	2,9	5,0	3,8	4,2	14,6	4,1	0,0	3,0		11,9	6,3

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

maggio 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-05-2010	17,2	25,3	21,3	1005,9	43,0	0,0	0,0	6,0	E	28,8	20,391
2-05-2010	14,8	20,8	17,8	1002,7	74,3	**0,9**	0,0	11,4	E	32,0	5,138
3-05-2010	15	23,2	19,1	1000,8	61,3	**0,4**	0,0	10,1	E	33,5	17,638
4-05-2010	13,7	19,7	16,7	1000,3	87,3	**15,1**	0,0	17,9	E	51,1	6,759
5-05-2010	13,9	19	16,5	995,3	89,7	**8,3**	0,0	11,5	E	68,4	6,027
6-05-2010	12,7	18,9	15,8	997,5	57,7	**0,1**	0,0	9,1	W	32,0	11,636
7-05-2010	12,8	18,1	15,5	1001,8	65,3	0,0	0,0	4,4	E	30,6	10,501
8-05-2010	13,5	19,6	16,6	1003,5	55,7	0,0	0,0	7,7	W	31,3	16,704
9-05-2010	12,8	21,2	17,0	1004,5	61,0	**0,4**	0,0	3,6	NE	31,3	15,381
10-05-2010	13,7	20,3	17,0	1001,9	77,3	**0,6**	0,0	7,2	NE	23,8	11,408
11-05-2010	14,3	18,2	16,3	1001,0	**93,7**	**18,7**	0,0	8,8	E	27,7	2,358
12-05-2010	12,8	21,5	17,2	1000,5	79,3	**17,5**	0,0	17,4	NE	63,4	17,165
13-05-2010	14,2	20,5	17,4	999,7	73,3	**3,1**	0,0	7,6	N	37,1	14,659
14-05-2010	13,3	20,5	16,9	999,6	53,7	**0,1**	0,0	8,3	SW	37,1	14,385
15-05-2010	**12,1**	**13,8**	**13,0**	**993,8**	85,7	**22,6**	0,0	11,3	NW	31,7	1,842
16-05-2010	14,1	22,3	18,2	1001,2	48,7	0,0	0,0	6,7	SW	30,6	19,787
17-05-2010	15,9	21,8	18,9	1008,2	38,3	0,0	0,0	8,9	NW	37,4	22,864
18-05-2010	15,4	23,2	19,3	1010,1	32,7	0,0	0,0	14,4	W	40,0	**25,901**
19-05-2010	12,3	18,4	15,4	1011,9	64,0	**10,6**	0,0	8,9	SW	45,0	9,567
20-05-2010	13,6	21,5	17,6	1013,2	51,0	**0,1**	0,0	5,2	SW	28,4	21,812
21-05-2010	16,2	24,1	20,2	**1013,4**	42,0	0,0	0,0	7,9	S	32,8	23,386
22-05-2010	17,7	25,4	21,6	1011,6	38,7	0,0	0,0	9,1	E	33,1	23,870
23-05-2010	18,1	26,6	22,4	1010,3	38,7	0,0	0,0	7,1	E	27,0	24,175
24-05-2010	18,6	**28,9**	23,8	1008,4	36,7	0,0	0,0	2,3	SW	32,4	23,142
25-05-2010	**19,3**	**28,9**	**24,1**	1007,0	33,7	0,0	0,0	12,5	W	51,8	25,128
26-05-2010	17,7	28	22,9	1004,9	**31,3**	0,0	0,0	12,6	E	45,0	23,684
27-05-2010	18,9	26	22,5	1003,8	54,7	**9,5**	0,0	11,6	N	79,2	19,388
28-05-2010	17,1	24,8	21,0	1007,1	60,3	0,0	0,0	3,1	E	25,9	15,258
29-05-2010	17,5	26,4	22,0	1009,7	61,0	0,0	0,0	3,5	E	58,0	14,706
30-05-2010	15,9	25,4	20,7	1004,4	63,0	0,0	0,0	4,3	NW	28,4	17,608
31-05-2010	16,2	26	21,1	998,2	37,3	0,0	0,0	19,2	NW	**83,5**	23,168
1° decade	*14,0*	*20,6*	*17,3*	*1001,4*	*67,3*	*25,8*	*0,0*	*8,9*		*68,4*	*121,6*
2° decade	*13,8*	*20,2*	*17,0*	*1003,9*	*62,0*	*72,7*	*0,0*	*9,7*		*63,4*	*150,3*
3° decade	*17,6*	*26,4*	*22,0*	*1007,2*	*45,2*	*9,5*	*0,0*	*8,5*		*83,5*	*233,5*
MESE	**15,2**	**22,5**	**18,9**	**1004,3**	**57,8**	**108,0**	**0,0**	**9,0**		**83,5**	**505,4**
Min	*12,1*	*13,8*	*13,0*	*993,8*	*31,3*	*0,0*	*0,0*	*2,3*		*23,8*	*1,8*
Max	*19,3*	*28,9*	*24,1*	*1013,4*	*93,7*	*22,6*	*0,0*	*19,2*		*83,5*	*25,9*
Dev.St.	2,2	3,6	2,8	5,2	18,3	6,6	0,0	4,3		15,6	7,0

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

giugno 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-06-2010	13,6	26	19,8	1001,0	**36,3**	0,0	0,0	11,5	W	31,0	24,781
2-06-2010	18,5	25,8	22,2	999,6	44,7	0,0	0,0	8,8	W	52,9	16,290
3-06-2010	16,7	22,8	19,8	1004,3	55,7	**0,2**	0,0	10,4	E	44,6	16,314
4-06-2010	18,2	27,5	22,9	1008,6	44,7	0,0	0,0	8,0	E	34,9	24,071
5-06-2010	18,1	27,2	22,7	**1012,4**	52,0	0,0	0,0	12,6	E	38,2	24,654
6-06-2010	17,5	29,3	23,4	1009,2	50,3	0,0	0,0	9,1	E	28,1	24,023
7-06-2010	20	28,5	24,3	1005,9	47,3	0,0	0,0	8,6	N	29,5	23,732
8-06-2010	20,5	29	24,8	1005,0	50,7	0,0	0,0	7,0	E	32,8	24,431
9-06-2010	20,6	29,9	25,3	1005,0	50,7	0,0	0,0	12,1	E	39,6	23,975
10-06-2010	20,1	29,8	25,0	1006,4	55,7	0,0	0,0	13,2	E	43,9	22,881
11-06-2010	20,9	31	26,0	1005,4	58,3	0,0	0,0	5,6	E	34,2	23,379
12-06-2010	22,3	30,1	26,2	1003,7	50,7	0,0	0,0	6,2	NW	27,7	19,329
13-06-2010	20,1	29	24,6	1004,1	60,0	**5,3**	0,0	10,9	W	**78,5**	15,827
14-06-2010	19,2	28,7	24,0	1005,6	42,0	0,0	0,0	9,4	W	43,2	26,553
15-06-2010	18,7	23,2	21,0	1007,6	**84,3**	**16,2**	0,0	12,7	E	37,8	4,733
16-06-2010	19,3	27	23,2	1004,7	74,0	**13,6**	0,0	11,5	E	51,1	15,467
17-06-2010	18,6	20,8	19,7	1007,1	74,0	**1,4**	0,0	6,1	W	42,5	8,068
18-06-2010	16,4	26,4	21,4	1002,7	51,0	0,0	0,0	11,4	W	29,9	25,695
19-06-2010	16,6	25,3	21,0	**995,3**	59,7	**9,7**	0,0	4,4	SW	44,6	13,138
20-06-2010	**13,5**	**15,7**	**14,6**	995,4	76,3	**45,7**	0,0	13,1	W	40,7	3,147
21-06-2010	**13,5**	21,6	17,6	1002,5	60,3	**14,3**	0,0	6,8	S	41,4	7,266
22-06-2010	16,4	25,6	21,0	1007,3	43,7	0,0	0,0	3,2	W	23,8	23,399
23-06-2010	18,2	26,2	22,2	1009,6	49,3	0,0	0,0	8,0	NE	25,6	25,599
24-06-2010	17,9	27,1	22,5	1008,6	47,0	0,0	0,0	14,5	E	31,7	**26,569**
25-06-2010	18,4	28,5	23,5	1007,0	46,7	0,0	0,0	5,6	E	25,2	25,549
26-06-2010	21,3	30,1	25,7	1006,4	50,0	0,0	0,0	8,0	E	25,9	23,061
27-06-2010	20	30	25,0	1009,2	47,3	0,0	0,0	5,9	E	24,5	22,631
28-06-2010	20,7	30,8	25,8	1009,7	44,7	0,0	0,0	8,8	E	28,8	25,493
29-06-2010	21,6	30,7	26,2	1009,7	46,3	0,0	0,0	9,4	E	28,1	25,288
30-06-2010	**23,2**	**32,1**	**27,7**	1010,1	42,7	0,0	0,0	7,6	W	19,1	21,545
1° decade	*18,4*	*27,6*	*23,0*	*1005,7*	*48,8*	*0,2*	*0,0*	*10,1*		*52,9*	*225,2*
2° decade	*18,6*	*25,7*	*22,1*	*1003,2*	*63,0*	*91,9*	*0,0*	*9,1*		*78,5*	*155,3*
3° decade	*19,1*	*28,3*	*23,7*	*1008,0*	*47,8*	*14,3*	*0,0*	*7,8*		*41,4*	*226,4*
MESE	**18,7**	**27,2**	**22,9**	**1005,6**	**53,2**	**106,4**	**0,0**	**9,0**		**78,5**	**606,9**
Min	*13,5*	*15,7*	*14,6*	*995,3*	*36,3*	*0,0*	*0,0*	*3,2*		*19,1*	*3,1*
Max	*23,2*	*32,1*	*27,7*	*1012,4*	*84,3*	*45,7*	*0,0*	*14,5*		*78,5*	*26,6*
Dev.St.	2,5	3,6	2,8	4,0	11,2	9,3	0,0	2,9		11,7	6,8

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

luglio 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-07-2010	23,5	32,7	28,1	1009,6	44,3	0,0	0,0	7,7	SW	22,0	24,173
2-07-2010	24,3	33,1	28,7	1009,6	44,0	0,0	0,0	10,3	E	26,3	23,093
3-07-2010	24,4	33,2	28,8	1009,3	45,0	0,0	0,0	7,2	W	23,4	23,762
4-07-2010	24,4	34,1	29,3	1009,1	42,7	0,0	0,0	9,4	W	39,6	24,382
5-07-2010	23,4	31,2	27,3	1008,4	57,0	0,0	0,0	9,2	E	35,6	21,704
6-07-2010	22,4	31,6	27,0	1008,8	55,0	0,0	0,0	7,2	E	**60,1**	19,968
7-07-2010	21,8	29,3	25,6	1011,9	58,3	0,0	0,0	13,3	E	39,2	23,701
8-07-2010	20,2	29,3	24,8	**1014,6**	48,7	0,0	0,0	12,8	E	31,0	25,643
9-07-2010	22,4	30,9	26,7	1014,3	48,3	0,0	0,0	5,8	E	27,7	25,093
10-07-2010	23	31,9	27,5	1012,9	49,7	0,0	0,0	8,6	E	28,4	24,565
11-07-2010	22,7	32,8	27,8	1010,9	48,0	0,0	0,0	12,8	E	34,2	24,314
12-07-2010	23,5	33,5	28,5	1008,2	45,7	0,0	0,0	8,5	S	24,1	24,743
13-07-2010	24,8	33,7	29,3	1006,1	45,3	0,0	0,0	7,4	W	26,6	22,650
14-07-2010	24,2	33,6	28,9	1006,2	40,0	0,0	0,0	10,4	W	24,8	24,629
15-07-2010	25	34,4	29,7	1006,4	38,3	0,0	0,0	13,7	NE	29,5	25,261
16-07-2010	26	35	30,5	1008,7	41,7	0,0	0,0	9,8	W	24,8	24,472
17-07-2010	**26,2**	**35,4**	**30,8**	1007,5	38,0	0,0	0,0	7,7	W	27,0	23,887
18-07-2010	23,9	28,5	26,2	1011,5	48,0	0,0	0,0	12,4	E	41,4	25,548
19-07-2010	22,1	29,5	25,8	1011,4	44,3	0,0	0,0	9,7	E	35,3	24,699
20-07-2010	22,2	30,3	26,3	1008,0	47,3	0,0	0,0	6,6	E	31,3	24,401
21-07-2010	23,7	33,1	28,4	1006,0	45,7	0,0	0,0	5,4	E	31,3	22,702
22-07-2010	24,1	34,7	29,4	1006,8	38,7	0,0	0,0	9,0	W	30,2	23,882
23-07-2010	23,5	35,2	29,4	1004,8	39,0	0,0	0,0	11,5	SW	54,7	23,974
24-07-2010	21,6	29,7	25,7	1004,2	**30,7**	0,0	0,0	17,4	NW	49,7	**25,710**
25-07-2010	19,8	29	24,4	1002,9	34,3	0,0	0,0	13,2	E	40,0	25,030
26-07-2010	18,5	27	22,8	1004,9	43,7	**0,9**	0,0	5,8	E	52,9	24,921
27-07-2010	18,2	27	22,6	1007,4	49,7	**4,6**	0,0	6,1	E	36,7	16,813
28-07-2010	18,2	26,4	22,3	1008,6	39,3	0,0	0,0	7,4	W	23,4	24,045
29-07-2010	20,7	30,3	25,5	**1002,8**	**68,0**	**14,5**	0,0	0,0	NE	45,0	4,395
30-07-2010	**16,2**	**24,9**	**20,6**	1005,1	54,3	**0,1**	0,0	8,0	E	33,5	21,692
31-07-2010	17,2	26,9	22,1	1009,7	44,7	0,0	0,0	7,0	SE	25,6	24,154
1° decade	*23,0*	*31,7*	*27,4*	*1010,9*	*49,3*	*0,0*	*0,0*	*9,2*		*60,1*	*236,1*
2° decade	*24,1*	*32,7*	*28,4*	*1008,5*	*43,7*	*0,0*	*0,0*	*9,9*		*41,4*	*244,6*
3° decade	*20,2*	*29,5*	*24,8*	*1005,8*	*44,4*	*20,1*	*0,0*	*8,3*		*54,7*	*237,3*
MESE	**22,3**	**31,2**	**26,8**	**1008,3**	**45,7**	**20,1**	**0,0**	**9,1**		**60,1**	**718,0**
Min	*16,2*	*24,9*	*20,6*	*1002,8*	*30,7*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*22,0*	*4,4*
Max	*26,2*	*35,4*	*30,8*	*1014,6*	*68,0*	*14,5*	*0,0*	*17,4*		*60,1*	*25,7*
Dev.St.	2,6	2,9	2,7	3,0	7,5	2,7	0,0	3,3		10,0	3,9

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

agosto 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-08-2010	19,3	30	24,7	1010,9	39,0	0,0	0,0	5,9	E	27,7	**24,996**
2-08-2010	22,1	31,1	26,6	1007,6	45,3	0,0	0,0	5,9	N	30,2	23,232
3-08-2010	22,1	30,3	26,2	1002,9	50,7	0,0	0,0	2,5	NW	34,6	16,890
4-08-2010	20,2	27,9	24,1	1002,9	55,7	**0,5**	0,0	3,5	E	27,0	19,195
5-08-2010	16,9	**21,3**	**19,1**	**998,5**	83,7	**73,8**	0,0	10,8	E	36,7	3,850
6-08-2010	16,5	26,3	21,4	1003,5	53,7	**0,9**	0,0	5,6	NW	31,3	22,468
7-08-2010	17,4	27,7	22,6	1009,4	49,0	0,0	0,0	2,3	W	22,3	23,731
8-08-2010	19,4	29	24,2	1009,9	43,3	0,0	0,0	4,6	E	20,9	23,671
9-08-2010	20,3	29	24,7	1009,2	52,0	0,0	0,0	7,2	W	25,2	18,547
10-08-2010	21,7	30	25,9	1009,0	52,0	0,0	0,0	7,7	E	25,2	21,777
11-08-2010	22,2	30,2	26,2	1008,1	56,0	0,0	0,0	4,3	NE	33,5	18,069
12-08-2010	21,4	30,5	26,0	1006,2	57,0	**7,8**	0,0	7,8	W	37,1	20,031
13-08-2010	18,8	22,8	20,8	1008,1	75,0	**18,4**	0,0	6,4	NW	31,0	7,772
14-08-2010	18,6	21,4	20,0	1005,8	**95,0**	**13,1**	0,0	15,6	E	54,7	1,058
15-08-2010	19,3	27,6	23,5	1007,4	48,7	0,0	0,0	11,6	SW	49,7	19,793
16-08-2010	18	26,7	22,4	1007,8	46,3	0,0	0,0	5,2	W	46,4	18,112
17-08-2010	17,3	27,5	22,4	1007,4	48,3	0,0	0,0	5,0	SW	26,3	20,573
18-08-2010	18,3	27,9	23,1	1006,0	51,3	0,0	0,0	12,1	SW	26,3	18,380
19-08-2010	20,6	29,3	25,0	1009,7	53,7	0,0	0,0	5,3	NE	23,4	19,524
20-08-2010	22,2	27,2	24,7	1014,8	66,3	**0,3**	0,0	5,8	W	24,1	9,236
21-08-2010	22,6	30,2	26,4	**1015,8**	59,7	0,0	0,0	2,4	NE	20,5	16,717
22-08-2010	22,1	31,1	26,6	1011,9	52,0	0,0	0,0	3,6	W	24,5	20,778
23-08-2010	22,5	**33**	**27,8**	1005,4	45,3	0,0	0,0	5,6	NW	21,6	20,049
24-08-2010	23,1	31,8	27,5	1004,8	47,0	0,0	0,0	6,0	NW	23,8	20,399
25-08-2010	22,9	30,8	26,9	1008,5	51,0	0,0	0,0	4,7	NE	20,5	18,182
26-08-2010	**23,4**	32	27,0	1009,0	54,0	0,0	0,0	4,6	NE	21,6	19,848
27-08-2010	**23,4**	31,9	27,0	1002,3	44,3	0,0	0,0	17,2	W	55,1	17,930
28-08-2010	20	31,5	26,0	1000,0	56,7	0,0	0,0	17,6	E	**61,6**	17,611
29-08-2010	17,6	25,4	25,0	1007,7	49,0	0,0	0,0	14,3	E	36,7	19,590
30-08-2010	16,6	25,8	25,0	1001,0	49,3	0,0	0,0	10,1	SE	45,4	18,009
31-08-2010	**14,3**	25,9	25,0	1005,6	**34,0**	0,0	0,0	9,5	NW	32,8	21,054
1° decade	*19,6*	*28,3*	*23,9*	*1006,4*	*52,4*	*75,2*	*0,0*	*5,6*		*36,7*	*198,4*
2° decade	*19,7*	*27,1*	*23,4*	*1008,1*	*59,8*	*39,6*	*0,0*	*7,9*		*54,7*	*152,5*
3° decade	*20,8*	*29,9*	*26,4*	*1006,5*	*49,3*	*0,0*	*0,0*	*8,7*		*61,6*	*210,2*
MESE	**20,0**	**28,5**	**24,6**	**1007,0**	**53,7**	**114,8**	**0,0**	**7,4**		**61,6**	**561,1**
Min	*14,3*	*21,3*	*19,1*	*998,5*	*34,0*	*0,0*	*0,0*	*2,3*		*20,5*	*1,1*
Max	*23,4*	*33,0*	*27,8*	*1015,8*	*95,0*	*73,8*	*0,0*	*17,6*		*61,6*	*25,0*
Dev.St.	2,4	3,0	2,2	3,9	12,2	13,7	0,0	4,3		11,3	5,5

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

settembre 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-09-2010	14,6	25,7	20,2	1007,5	**34,3**	0,0	0,0	7,6	E	20,2	**20,155**
2-09-2010	15,2	26,7	21,0	1009,4	44,3	0,0	0,0	7,4	E	28,4	19,219
3-09-2010	16,7	26,6	21,7	1010,0	51,7	0,0	0,0	10,7	E	41,0	17,612
4-09-2010	17,1	**27,7**	22,4	1008,4	49,7	0,0	0,0	3,5	E	24,5	18,857
5-09-2010	18,7	24,9	21,8	1009,6	76,0	0,0	0,0	3,5	E	44,6	9,200
6-09-2010	18,3	23	20,7	1008,5	70,3	0,0	0,0	12,5	E	38,5	11,617
7-09-2010	16,8	24,3	20,6	1004,5	74,3	0,0	0,0	15,1	E	38,5	9,556
8-09-2010	17,8	22,6	20,2	1000,8	83,0	**5,3**	0,0	1,3	E	24,8	4,507
9-09-2010	16,7	25,4	21,1	1007,0	63,7	**13,4**	0,0	8,4	NE	46,4	12,938
10-09-2010	16	23,8	19,9	1011,6	58,0	0,0	0,0	9,6	W	30,2	15,246
11-09-2010	16,2	25,2	20,7	1011,6	46,7	0,0	0,0	8,4	W	25,9	18,051
12-09-2010	16,2	25,6	20,9	1011,7	48,0	0,0	0,0	6,4	E	26,3	17,578
13-09-2010	16,5	20,2	18,4	1012,6	83,3	**12,6**	0,0	2,4	W	26,6	0,293
14-09-2010	16	24,3	20,2	**1015,2**	58,0	0,0	0,0	2,5	W	23,0	16,482
15-09-2010	16,8	26,2	21,5	1009,4	50,3	0,0	0,0	0,0	NE	19,4	16,967
16-09-2010	17,7	25,5	21,6	1005,2	58,3	0,0	0,0	1,0	E	16,2	8,690
17-09-2010	**20,8**	24,5	**22,7**	1004,0	65,3	**0,9**	0,0	8,0	SW	29,9	1,845
18-09-2010	14,6	21,4	18,0	1005,6	**87,7**	**3,2**	0,0	10,8	NE	40,3	0,483
19-09-2010	15	21,7	18,4	1008,5	69,3	**6,3**	0,0	5,5	NW	28,1	15,854
20-09-2010	14,5	22,6	18,6	1013,1	59,0	0,0	0,0	2,6	E	21,6	15,724
21-09-2010	15,5	23,3	19,4	1013,1	60,3	0,0	0,0	0,0	NE	15,5	13,115
22-09-2010	16,2	24,3	20,3	1013,8	56,0	0,0	0,0	0,0	NW	22,0	14,642
23-09-2010	15,6	23,9	19,8	1010,9	51,7	0,0	0,0	3,2	NE	22,7	15,432
24-09-2010	15	23,6	19,3	1000,1	71,0	**1,7**	0,0	10,4	E	34,9	9,721
25-09-2010	15,3	18,8	17,1	**992,1**	68,0	**7,6**	0,0	12,0	NW	**51,1**	13,106
26-09-2010	13,9	22,1	18,0	996,0	51,3	0,0	0,0	5,5	W	27,7	13,986
27-09-2010	15,4	**17,6**	16,5	1002,5	83,7	**2,9**	0,0	4,4	NW	27,0	2,512
28-09-2010	13,4	17,8	**15,6**	1007,4	76,3	**0,9**	0,0	3,8	NW	19,8	3,779
29-09-2010	**12,4**	20,6	16,5	1009,3	61,0	0,0	0,0	4,4	SW	20,9	15,224
30-09-2010	13,1	21,6	17,4	1009,3	61,7	**0,5**	0,0	1,2	N	18,4	13,264
1° decade	*16,8*	*25,1*	*20,9*	*1007,7*	*60,5*	*18,7*	*0,0*	*8,0*		*46,4*	*138,9*
2° decade	*16,4*	*23,7*	*20,1*	*1009,7*	*62,6*	*23,0*	*0,0*	*4,8*		*40,3*	*112,0*
3° decade	*14,6*	*21,4*	*18,0*	*1005,5*	*64,1*	*13,6*	*0,0*	*4,5*		*51,1*	*114,8*
MESE	**15,9**	**23,4**	**19,7**	**1007,6**	**62,4**	**55,3**	**0,0**	**5,7**		**51,1**	**365,7**
Min	*12,4*	*17,6*	*15,6*	*992,1*	*34,3*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*15,5*	*0,3*
Max	*20,8*	*27,7*	*22,7*	*1015,2*	*87,7*	*13,4*	*0,0*	*15,1*		*51,1*	*20,2*
Dev.St.	1,7	2,6	1,9	5,3	13,2	3,6	0,0	4,2		9,4	5,9

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

ottobre 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-10-2010	15,1	19,7	17,4	1008,8	79,0	0,0	0,0	5,2	NE	19,8	5,577
2-10-2010	14,2	20,5	17,4	1012,9	78,7	0,0	0,0	1,9	E	18,7	8,787
3-10-2010	14,9	21,2	18,1	1011,4	78,3	0,0	0,0	3,5	E	21,2	9,190
4-10-2010	15,7	21,6	18,7	1004,9	86,0	**0,9**	0,0	15,6	E	45,7	5,287
5-10-2010	**17,2**	**23,8**	**20,5**	1002,7	71,3	**3,9**	0,0	4,4	W	28,8	9,901
6-10-2010	16,4	23,3	19,9	1009,0	66,0	0,0	0,0	0,8	NW	19,4	**13,881**
7-10-2010	16,2	21,4	18,8	1014,3	77,7	0,0	0,0	6,0	E	23,4	8,076
8-10-2010	13,5	19,6	16,6	1016,2	68,3	0,0	0,0	6,0	E	27,0	7,261
9-10-2010	11,6	18,1	14,9	1014,0	**58,7**	0,0	0,0	4,7	E	26,6	10,659
10-10-2010	10,3	17,5	13,9	1006,0	63,7	0,0	0,0	5,0	E	26,6	10,906
11-10-2010	10,7	16,7	13,7	1006,3	69,0	0,0	0,0	3,8	W	19,8	3,330
12-10-2010	11,7	18,4	15,1	1006,3	63,3	0,0	0,0	9,1	E	25,2	11,231
13-10-2010	11,8	14,8	13,3	1005,2	76,7	**0,4**	0,0	0,0	SW	13,3	0,663
14-10-2010	13	17,9	15,5	1003,1	67,0	0,0	0,0	3,8	W	20,2	6,291
15-10-2010	12,7	17,2	15,0	1002,1	71,7	0,0	0,0	4,6	SE	18,4	5,339
16-10-2010	10,2	15,2	12,7	1000,8	83,7	**31,1**	0,0	6,8	E	39,2	4,029
17-10-2010	9,4	**10,4**	9,9	1004,0	**97,3**	**20,6**	0,0	7,3	N	42,1	0,127
18-10-2010	10	13,3	11,7	1006,5	86,7	**0,1**	0,0	12,4	W	26,6	0,836
19-10-2010	10,2	16,9	13,6	1000,6	64,0	0,0	0,0	7,4	W	33,8	9,112
20-10-2010	8,4	16,9	12,7	1001,5	71,3	0,0	0,0	10,7	NW	31,7	8,579
21-10-2010	8,8	15,7	12,3	1016,2	64,7	0,0	0,0	3,5	E	23,4	7,385
22-10-2010	8,8	14,6	11,7	1018,2	76,3	0,0	0,0	2,5	W	19,1	5,115
23-10-2010	9,1	14,7	11,9	1012,9	80,0	0,0	0,0	0,4	NE	14,4	3,048
24-10-2010	11,4	12,9	12,2	1005,0	90,7	**1,8**	0,0	3,7	E	23,0	0,295
25-10-2010	9,6	13,8	11,7	**997,7**	94,0	**34,1**	0,0	14,8	E	39,6	1,143
26-10-2010	8,4	11,3	9,9	1015,2	86,3	**13,4**	0,0	1,9	NE	31,7	0,204
27-10-2010	6,6	12	**9,3**	**1018,6**	69,7	0,0	0,0	1,8	W	18,7	7,881
28-10-2010	**5,8**	13,2	9,5	1017,5	67,3	0,0	0,0	0,5	SW	17,3	6,522
29-10-2010	6,7	14,8	10,8	1014,7	65,3	0,0	0,0	3,4	W	19,8	7,684
30-10-2010	8,3	14	11,2	1011,4	77,0	0,0	0,0	0,0	E	36,4	4,473
31-10-2010	11,5	16,1	13,8	1002,2	91,0	**4,3**	0,0	12,6	E	**52,2**	0,517
1° decade	*14,5*	*20,7*	*17,6*	*1010,0*	*72,8*	*4,8*	*0,0*	*5,3*		*45,7*	*89,5*
2° decade	*10,8*	*15,8*	*13,3*	*1003,6*	*75,1*	*52,2*	*0,0*	*6,6*		*42,1*	*49,5*
3° decade	*8,6*	*13,9*	*11,3*	*1011,8*	*78,4*	*53,6*	*0,0*	*4,1*		*52,2*	*44,3*
MESE	**11,2**	**16,7**	**14,0**	**1008,6**	**75,5**	**110,6**	**0,0**	**5,3**		**52,2**	**183,3**
Min	*5,8*	*10,4*	*9,3*	*997,7*	*58,7*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*13,3*	*0,1*
Max	*17,2*	*23,8*	*20,5*	*1018,6*	*97,3*	*34,1*	*0,0*	*15,6*		*52,2*	*13,9*
Dev.St.	3,0	3,5	3,2	6,1	10,2	8,9	0,0	4,2		9,6	3,8

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

novembre 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-11-2010	14,2	16,7	15,5	1003,0	99,0	10,7	0,0	14,9	E	46,8	0,130
2-11-2010	14,2	16,5	15,4	1005,6	95,7	3,3	0,0	7,1	NE	25,2	1,248
3-11-2010	13,2	16,6	14,9	1013,4	92,3	13,3	0,0	8,2	NW	29,9	0,701
4-11-2010	12,3	17,2	14,8	1022,7	86,3	0,0	0,0	4,1	N	14,0	4,410
5-11-2010	13,5	16,1	14,8	1022,1	83,0	0,0	0,0	2,6	W	15,5	2,320
6-11-2010	11,2	15,8	13,5	1012,5	82,7	0,0	0,0	2,2	N	16,9	5,380
7-11-2010	10,4	13,4	11,9	996,6	98,3	0,9	0,0	7,3	E	20,5	0,140
8-11-2010	11,1	15,4	13,3	980,1	64,7	0,5	0,0	10,2	SE	38,2	
9-11-2010	8,8	11,6	10,2	979,8	93,0	2,5	0,0	6,2	NE	26,3	0,578
10-11-2010	9,7	11,6	10,7	991,1	93,7	5,6	0,0	8,4	E	23,8	
11-11-2010	7,8	12,4	10,1	1006,5	92,0	0,1	0,0	4,9	N	19,8	5,710
12-11-2010	7,5	14,3	10,9	1004,2	80,3	0,0	0,0	3,2	NW	19,1	6,628
13-11-2010	8,6	13,2	10,9	1007,6	88,0	0,0	0,0	4,4	E	15,5	1,839
14-11-2010	10,1	11,5	10,8	1009,8	99,3	0,0	0,0	3,4	E	16,2	0,175
15-11-2010	10,6	13,6	12,1	1007,5	100,0	0,2	0,0	8,9	E	28,4	0,121
16-11-2010	11,4	17	14,2	1000,6	78,0	7,1	0,0	13,4	SE	33,1	2,057
17-11-2010	9,8	13,9	11,9	1002,0	84,7	0,0	0,0	4,4	W	26,6	2,381
18-11-2010	8,3	11,1	9,7	1003,7	87,7	1,7	0,0	1,8	SW	18,0	0,414
19-11-2010	8,5	12,6	10,6	1010,6	84,0	0,0	0,0	4,7	W	21,6	5,068
20-11-2010	7,7	10,2	9,0	1010,4	94,3	0,0	0,0	3,8	E	21,2	0,128
21-11-2010	9,1	11	10,1	997,1	100,0	17,8	0,0	12,2	E	42,8	0,120
22-11-2010	8,5	10,3	9,4	992,2	94,7	0,4	0,0	1,1	W	32,8	0,426
23-11-2010	7,5	11,5	9,5	993,0	87,0	0,0	0,0	4,7	NW	22,3	3,660
24-11-2010	4,1	9,7	6,9	999,9	88,7	2,6	0,0	4,0	NW	20,9	3,083
25-11-2010	2,8	8	5,4	1000,5	89,0	0,0	0,0	6,6	E	16,6	3,404
26-11-2010	3,1	5,9	4,5	991,9	94,3	7,5	0,0	14,0	W	49,3	0,347
27-11-2010	2,2	7,1	4,7	1001,5	65,3	0,0	0,0	2,5	SW	24,5	4,351
28-11-2010	1,8	4,6	3,2	995,6	93,7	10,6	5,0	10,1	W	28,8	0,122
29-11-2010	2	8,9	5,5	997,6	73,0	0,0	0,0	9,2	W	28,8	4,860
30-11-2010	3,6	6,5	5,1	1001,3	92,7	7,4	0,0	6,5	NW	26,3	0,310
1° decade	*11,9*	*15,1*	*13,5*	*1002,7*	*88,9*	*36,8*	*0,0*	*7,1*		*46,8*	*14,9*
2° decade	*9,0*	*13,0*	*11,0*	*1006,3*	*88,8*	*9,1*	*0,0*	*5,3*		*33,1*	*24,5*
3° decade	*4,5*	*8,4*	*6,4*	*997,1*	*87,8*	*46,3*	*5,0*	*7,1*		*49,3*	*20,7*
MESE	**8,5**	**12,1**	**10,3**	**1002,0**	**88,5**	**92,2**	**5,0**	**6,5**		**49,3**	**60,1**
Min	*1,8*	*4,6*	*3,2*	*979,8*	*64,7*	*0,0*	*0,0*	*1,1*		*14,0*	*0,1*
Max	*14,2*	*17,2*	*15,5*	*1022,7*	*100,0*	*17,8*	*5,0*	*14,9*		*49,3*	*6,6*
Dev.St.	3,7	3,5	3,5	10,0	9,3	4,8	0,9	3,8		9,2	2,1

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Osservatorio Geofisico
Piazza Roma 22 - Modena - lat.N.44° 38' 50.76" - long.E 10° 55' 45.50"

dicembre 2010

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Rad.sol MJ/m2
1-12-2010	1,8	4,7	3,3	991,8	96,7	**13,2**	**2,0**	8,5	W	20,9	0,189
2-12-2010	1,7	3,2	2,5	1000,5	98,3	**0,4**	0,0	2,6	NW	18,4	0,104
3-12-2010	1,9	5,4	3,7	1001,5	88,0	**2,1**	0,0	6,6	W	27,7	0,667
4-12-2010	2,3	4,7	3,5	1011,3	95,7	**1,0**	0,0	12,2	W	27,4	0,518
5-12-2010	1,5	3,3	2,4	1013,5	90,0	**0,4**	0,0	1,6	W	16,6	0,269
6-12-2010	2,1	3	2,6	1003,3	98,3	0,0	0,0	11,6	NW	27,7	0,119
7-12-2010	2,7	6,4	4,6	1003,0	92,7	**0,1**	0,0	10,7	NW	29,5	1,055
8-12-2010	5,1	7,7	6,4	1003,4	96,3	0,0	0,0	9,1	NW	29,9	0,234
9-12-2010	6,1	**14,3**	**10,2**	1003,8	62,3	0,0	0,0	16,3	W	**70,2**	2,906
10-12-2010	3,1	11,3	7,2	1016,0	**57,0**	0,0	0,0	10,7	W	42,8	**4,199**
11-12-2010	2,8	8,2	5,5	1012,0	63,7	0,0	0,0	4,4	W	23,0	3,516
12-12-2010	1,3	6,6	4,0	1001,4	79,0	0,0	0,0	6,4	SW	28,4	2,682
13-12-2010	2,6	9	5,8	1005,2	72,7	0,0	0,0	9,0	W	27,4	4,150
14-12-2010	-0,1	3,2	1,6	1012,6	96,0	0,0	0,0	0,2	E	15,8	0,120
15-12-2010	-2	2,6	0,3	1012,6	81,7	0,0	0,0	4,1	N	20,5	3,135
16-12-2010	-4,3	0,6	-1,9	1008,3	84,3	0,0	0,0	2,4	NW	18,0	2,803
17-12-2010	**-5,1**	**-1,4**	**-3,3**	994,6	92,0	**1,8**	**8,0**	0,6	NE	31,7	0,117
18-12-2010	-4,3	1,2	-1,6	998,1	76,7	0,0	0,0	2,9	W	29,5	2,882
19-12-2010	-3,7	0,7	-1,5	1006,9	84,3	0,0	0,0	5,2	W	23,4	0,459
20-12-2010	0,7	3,8	2,3	1005,9	86,0	0,0	0,0	7,1	NW	23,8	0,247
21-12-2010	1,1	4,2	2,7	1007,9	84,3	**0,6**	0,0	0,0	W	15,1	0,294
22-12-2010	2,3	4,9	3,6	1004,1	97,7	**3,0**	0,0	9,7	W	32,8	0,118
23-12-2010	3,5	5,5	4,5	993,6	**100,0**	**14,3**	0,0	15,0	W	33,1	0,125
24-12-2010	5,3	7,6	6,5	**986,7**	99,7	**0,4**	0,0	5,0	W	20,9	0,116
25-12-2010	**7,1**	9,1	8,1	995,1	97,0	**0,1**	0,0	10,7	W	27,0	0,169
26-12-2010	3,4	7,4	5,4	1009,9	88,0	**9,0**	0,0	15,8	NE	53,6	0,115
27-12-2010	1,1	4,1	2,6	1017,6	94,0	0,0	0,0	3,2	W	16,2	1,927
28-12-2010	-0,8	2,6	0,9	1017,4	84,3	0,0	0,0	1,3	W	16,9	1,007
29-12-2010	0,8	3,4	2,1	1018,2	86,7	0,0	0,0	3,1	NW	13,0	0,115
30-12-2010	3	4,6	3,8	**1018,6**	80,7	0,0	0,0	1,1	NW	10,1	0,119
31-12-2010	3,2	6,2	4,7	1017,1	76,3	0,0	0,0	3,1	W	18,7	2,232
1° decade	*2,8*	*6,4*	*4,6*	*1004,8*	*87,5*	*17,2*	*2,0*	*9,0*		*70,2*	*10,3*
2° decade	*-1,2*	*3,5*	*1,1*	*1005,8*	*81,6*	*1,8*	*8,0*	*4,2*		*31,7*	*20,1*
3° decade	*2,7*	*5,4*	*4,1*	*1007,8*	*89,9*	*27,4*	*0,0*	*6,2*		*53,6*	*6,3*
MESE	**1,5**	**5,1**	**3,3**	**1006,2**	**86,5**	**46,4**	**10,0**	**6,5**		**70,2**	**36,7**
Min	*-5,1*	*-1,4*	*-3,3*	*986,7*	*57,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*10,1*	*0,1*
Max	*7,1*	*14,3*	*10,2*	*1018,6*	*100,0*	*14,3*	*8,0*	*16,3*		*70,2*	*4,2*
Dev.St.	2,9	3,3	3,0	8,5	11,4	3,7	1,5	4,8		12,1	1,4

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Antonello La Vergata*

Sull'evoluzione culturale. Appunti di storia delle idee

Riassunto

Fin da quando, verso la metà dell'Ottocento, ha preso il posto di "civiltà", il termine "cultura" ha avuto molti diversi significati. È stato sia associato sia contrapposto, di volta in volta, a "stato selvatico", "incultura", "natura", "biologia". L'espressione Kulturwissenschaften *fu inventata per distinguere le scienze umane dalle scienze naturali. L'articolo discute di alcuni aspetti di una storia lunga e complicata, e si conclude con alcune considerazioni sui dibattiti attuali.*

Abstract

Since it replaced "civilization" around the middle of the 19th century, the term "culture" has meant different things to different people. It has been, and still is, coupled with, or opposed to, in turn: savagery, ignorance, nature, and biology. The word "Kulturwissenschaften", that is, the humanities, was invented to distinguish them from natural sciences. Likewise, "cultural evolution" has been coupled with, or opposed to, biological evolution. This paper discusses some aspects of this complicated history and some issues in the present debate.

Parole chiave: *Cultura, evoluzionismo, evoluzione culturale, scienze umane*

Key words: *Culture, evolutionism, cultural evolution, human sciences*

* Dipartimento di Scienze del Linguaggio e della Cultura, Università di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, 41121 MODENA, e-mail: antonello.lavergata@unimore.it

1. A mo' di introduzione

Qualcuno ha contato più di cento definizioni di "cultura". Fortunatamente, per lo scopo degli appunti che seguono, ne basteranno un paio, un po' alla buona forse, ma utili a evitare i fraintendimenti più pericolosi. Devo premettere che alcune delle cose che dirò mi toccano direttamente, non solo come storico delle idee (e, se posso, della cultura), e nemmeno solo perché studio i rapporti fra le teorie evoluzionistiche, la filosofia, le scienze umane e le ideologie, ma anche perché sono membro di una istituzione denominata (non so ancora per quanto) "Dipartimento di Scienze del linguaggio e della cultura". Una denominazione che è già un problema, anche se apparentemente risolto. Infatti, può essere intesa in almeno due modi: scienze *della* cultura o scienze *delle* culture. Non è una questione di parole. Nel primo caso, si hanno in mente quelle discipline, generalmente dette umanistiche, che hanno come oggetto le forme della cultura distinte dalle scienze naturali, e che per questo furono denominate, nella Germania del secondo Ottocento, "scienze dello spirito" (*Geisteswissenschaften*) e, più tardi, *Kulturwissenschaften*. Sono la storia, la letteratura, la filosofia, la linguistica, la filologia, l'antropologia (culturale), la sociologia ecc., insomma quelle che in Francia vengono generalmente chiamate "scienze umane". Nel secondo caso, si hanno in mente le discipline che studiano le culture, cioè l'articolazione che la cultura ha avuto e ha tuttora secondo i contesti geografici, storici, religiosi, sociali: quindi, essenzialmente, l'antropologia culturale, l'etnologia, le scienze sociali, insomma quei campi di ricerca in cui è normale incontrare espressioni e concetti come "cultura islamica", "cultura del *potlatch*" o "dialogo interculturale". Come si vede, le sovrapposizioni sono inevitabili, tanto più che le cose sono molto cambiate dall'Ottocento: vecchie distinzioni sono state, se non cancellate, offuscate, mentre la specializzazione crescente ne ha introdotte altre, di metodo e di contenuti.

Tutto questo sarà probabilmente poco chiaro, ma serve almeno a sgombrare il campo da un fraintendimento che si traduce in una domanda, in cui spesso mi sono imbattuto, da parte di colleghi di altri dipartimenti: «Perché vi chiamate così? Forse che non facciamo cultura anche noi?». Certo che sì, ovviamente; e fate anche formazione, nel senso che informate, educate, trasmettete, pur non sentendovi emarginati dall'esistenza di una facoltà di "Scienze della Formazione". Facciamo tutti cultura, tant'è vero che siamo stati tutti (o quasi) oggetto delle attenzioni del ministro Tremonti e del governo Berlusconi. Se mai, dovrebbero offendersi, in quanto considerati implicitamente non culturali, quei settori che meno soffrono (ce ne sono, e non sono quelli umanistici). Forse i loro esponen-

ti più illuminati dovrebbero offrire il petto alle cesoie gridando: «Taglia anche noi! Anche noi facciamo cultura come quelli lì!».

Queste divagazioni introducono le due definizioni alla buona di cui dicevo. Eccole. 1) Cultura: insieme dei comportamenti umani in quanto distinti (o distinguibili) da quelli animali o biologici, costituito da pensieri, parole, opere (azioni e manufatti), simboli e valori. 2) Cultura: capacità dell'uomo di acquisire queste conoscenze e di trasmetterle alle generazioni successive.

La prima definizione verte soprattutto su quel terreno che si potrebbe chiamare "artificiale", perché costruito dall'uomo in quanto animale particolare, quindi distinto da quello "naturale" in cui l'uomo è radicato in quanto mammifero. La seconda definizione verte sui meccanismi specifici della formazione della cultura, cioè di questo mondo "artificiale" (ma forse è meglio dire "specifico") e sostanzialmente unico. Entrambe le definizioni intendono abbracciare appunto questa specificità. La quale è innegabile, anche da parte di coloro che non credono all'anima o allo spirito. "Specificità" va intesa nel senso di "specie-specifico", come dicono gli zoologi. Chi attribuisce tale specificità umana a qualcosa di non naturale ha di fronte due possibilità: o studia come questo qualcosa si è realizzato e si realizza, e allora si deve comportare esattamente come tutti i suoi colleghi non interessati al "qualcosa"; o pensa che quel qualcosa agisca in modi non studiabili, e allora si pone su un piano diverso da quello della ricerca scientifica, e accessibile solo alla sua coscienza.

Torniamo alle definizioni. È evidente che, qualunque cosa si intenda con "cultura", si profila sempre l'ombra di un contrario. È quello che avviene nel linguaggio di tutti i giorni: "cultura" come contrapposta a ignoranza, barbarie, inciviltà, animalità, natura. E così è stato agli inizi delle scienze antropologiche e sociali: fino a tutto il Settecento, ad esempio, la "civiltà" (per molti aspetti l'antenata dell'attuale "cultura", cfr. Starobinski, 1989) veniva contrapposta allo "stato di natura" da cui gli uomini erano usciti dando vita alla "società civile", alla storia e all'"incivilimento" o "civilizzazione". Accezioni o accentuazioni diverse generano (presuppongono?) opposizioni diverse. E tutte sono fluide, come la storia della… cultura dimostra. Sappiamo che nazisti colti fino alla raffinatezza perpetrarono atti barbarici indescrivibili; gli etologi hanno dimostrato che forme di apprendimento e trasmissione "culturale" sono presenti in non pochi animali, intendendo con questi termini «qualsiasi comportamento o conoscenza che vengano trasmessi all'interno e tra le generazioni per via non genetica, ma attraverso forme di apprendimento sociale, come l'*imprinting*, l'imitazione, sia essa visiva o acustica, l'apprendimento tramite l'osservazione, con o senza l'ausilio dell'insegnamento» (Mainardi, 2007, p. 211); popoli spocchiosamente ritenuti fino a ieri incivili o addirittura primitivi vivono in mondi cultura-

li che ci sembrano rudimentali solo perché non ne conosciamo la complessità; ed è noto che intellettuali eminenti in un campo sono ignorantissimi ("incolti", appunto) in tanti altri, quanto un analfabeta. In fondo, anche un governo che taglia i fondi per la cultura è espressione di una cultura particolare (anche se non della Cultura, ma di questa non ci occupiamo qui). Del resto, non si può non osservare che, intesa in questo senso genericamente antropologico e sociologico, con la cultura si mangia eccome. Ovvero, tradotto in soldoni: si produce, si fanno circolare beni; dunque, almeno in questa parte del mondo, si fanno "girare soldi".

2. Civiltà e cultura

Lo stato di natura che aveva rappresentato lo sfondo mitico-convenzionale dell'origine della civiltà divenne qualcosa di reale, si storicizzò, con la scoperta del Nuovo Mondo. All'inizio, degli strani abitanti di quelle terre ci si domandò perfino se fossero veri esseri umani; poi ci si chiese se avessero un'anima, se discendessero anche loro da Noè, se Cristo fosse morto anche per loro. È opinione diffusa che il razzismo come lo intendiamo oggi sia cominciato allora. Ma con Montaigne iniziò anche una sorta di relativismo culturale: «Gli uomini – scrisse – chiamano barbarie ciò che è diverso»; e i cannibali non sono più malvagi o colpevoli dei cristiani che torturano e uccidono i loro nemici. Gli illuministi si "servirono" dei "selvaggi" per due scopi diversi, ma spesso compresenti. Da una parte, additarono in loro i rappresentanti viventi dell'umanità precivile, quella da cui gli occidentali si erano staccati per passare attraverso una successione di stadi che li aveva condotti alla civiltà dei Lumi. Dall'altra, autori come Diderot o Voltaire usarono le descrizioni dei costumi dei selvaggi e lo sguardo ingenuo, spontaneo, "naturale" di coloro che venivano per la prima volta a contatto con gli europei per criticare le convenzioni morali e sociali, e l'ipocrisia religiosa, dei popoli civili (e "colti") europei. È superfluo ricordare il «buon selvaggio» del pur antilluminista Rousseau.

La concezione stadiale e unilineare dell'incivilimento e della storia fu uno dei lasciti più durevoli dell'Illuminismo, soprattutto in Francia e in Scozia, e influenzò il pensiero antropologico e, se si può usare questo termine, sociologico fino alla fine dell'Ottocento. Bastava trasformare i selvaggi in rappresentanti dell'umanità primitiva, cioè in veri e propri "fossili viventi", e la concezione illuministica poteva essere riformulata in termini evoluzionistici. Così, infatti, avvenne. Alle radici dell'antropologia evoluzionistica che si suole definire "vittoriana" c'è molto meno Darwin di quanto si possa pensare, e molto

più Illuminismo scozzese. I contemporanei di Darwin avevano una tendenza irrefrenabile a identificare evoluzione e progresso. Lui stesso non era riuscito a farne a meno, anche se precisava che «il progresso è l'eccezione, non la regola» e che l'adattamento all'ambiente è un concetto sempre relativo. Aveva usato espressioni come «perfezionamento» e «forme sempre più perfette», pur essendosi ripromesso di «non usare mai i termini "superiore" (*higher*) e "inferiore" (*lower*)». Non si deve però al darwinismo la fiducia nel progresso che pervase tanta parte della vita culturale dell'Ottocento. Avvenne invece il contrario: le idee di Darwin furono interpretate alla luce di questa credenza già diffusa e viste come una sua conferma scientifica.

3. Darwinismo o evoluzionismo?[1]

È difficile dire con esattezza quanta influenza diretta e concreta esercitarono le idee di Darwin sull'antropologia culturale e sociale. Soltanto pochi antropologi si servirono di concetti effettivamente darwiniani nel loro lavoro. Fra questi, il finlandese Edward Westermarck sostenne in *The History of Human Marriage* (1891) che la famiglia monogamica era l'unità fondamentale della vita sociale già nei primati, stava alla base di tutta l'evoluzione successiva e doveva la sua origine «a un istinto sviluppato attraverso la potente influenza della selezione naturale». Comportamenti istintivi utili alla sopravvivenza (come la protezione della prole) erano diventati leggi della società. Ad esempio l'esogamia aveva origine nella ripugnanza per il rapporto sessuale con individui consanguinei e conviventi. Westermarck rintracciava l'origine delle differenze culturali in comportamenti istintuali differenziatisi per selezione naturale, adoperava esplicitamente i concetti darwiniani di adattamento e selezione per spiegare l'evoluzione delle idee morali e si spingeva fino a sostenere che l'etica doveva essere assorbita nella psicologia e nella sociologia: nel 1906 affermava senza mezzi termini che i concetti morali non hanno validità oggettiva, essendo fondati non in giudizi dell'intelletto, ma in «emozioni morali» premiate dalla selezione naturale perché vantaggiose per gli individui che le provavano[2].

---

[1] Questo paragrafo e il successivo riprendono con modificazioni il contenuto di alcune pagine del saggio dello scrivente *I dibattiti tra Ottocento e Novecento sull'evoluzione dell'uomo*, in: AA.VV., *Darwin e l'evoluzione dell'uomo*, a cura di G. Giacobini, Torino, Bollati Boringhieri, 2010; una versione leggermente ridotta del quale è apparsa con lo stesso titolo nella «Rivista di filosofia», 100 (2009), pp. 237-262.

[2] Anche lo psicologo americano William MacDougall (1908) cercò di spiegare tutti gli aspetti della vita sociale con istinti incorporati nel corso dell'evoluzione.

Ma l'evoluzionismo di antropologi come l'americano Lewis Henry Morgan e i britannici John Ferguson McLennan, Edward Burnett Tylor e James George Frazer deve molto più all'archeologia preistorica, alla linguistica storica, agli studi sulla storia del diritto (come quelli del giurista Henry Sumner Maine), sulla mitologia e sulle culture classiche che al darwinismo. Tylor (1913, p. 54) affermò che non vi era un nesso fra il progresso culturale e le origini biologiche del genere umano. Oltre alla concezione stadiale dello sviluppo della civiltà dalla barbarie primitiva era di origine settecentesca anche l'idea che tale sviluppo fosse un processo sostanzialmente lineare e uniforme, nonostante arresti (le culture rimaste primitive) e regressi (Burrow, 1966). Sulle caratteristiche dei primi aggregati umani le opinioni divergevano: Morgan, McLennan e Lubbock pensavano a un'orda promiscua; Maine (che Darwin citava con approvazione) a un gruppo patriarcale, per analogia con le scimmie. È quest'ultima l'immagine del gruppo umano originario che Sigmund Freud fece propria in *Totem und Tabu* (1913).

All'Illuminismo risaliva anche l'uso del cosiddetto "metodo congetturale", che John Lubbock ribattezzò «comparativo» e che consisteva nel ricostruire la storia dei nostri antenati, in mancanza di prove dirette, a partire dall'osservazione delle attuali popolazioni primitive. Queste vennero considerate come "fossili viventi", cioè testimonianze vive degli stadi attraversati dall'umanità nel suo cammino. Nel 1865 Lubbock coniò i termini "Paleolitico" e "Neolitico" e affermò che gli attuali popoli primitivi esemplificavano il modo di vivere del Paleolitico[3]. Nel 1898 Tylor pubblicò nel «Journal of the Royal Anthropological Institution» un articolo dal titolo eloquente: *On the Survival of Palaeolithic Conditions in Tasmania and Australia*. Tutte le razze, scrisse Morgan nel 1877, seguivano «la naturale e necessaria sequenza del progresso» che dallo «stato selvatico» conduceva alla civiltà attraverso la «barbarie», poiché «l'evoluzione della cultura è stata guidata da una logica naturale che costituiva un attributo essenziale dello stesso cervello», quindi ha prodotto gli stessi risultati ovunque. Le principali istituzioni umane erano lo «sviluppo logico» di «idee primarie» o «germi di pensiero» concepiti nelle età primitive, uno sviluppo avvenuto secondo una «discendenza lineare […] trasmessa ereditariamente col sangue» e accompagnata dall'«ingrandimento progressivo del cervello» (Morgan, 1970, pp. 1-2, 44). Determinate forme culturali e invenzioni erano patrimonio dei primitivi di tutto il mondo. La mente umana dava risposte simili a problemi simili. In tal modo si poteva conciliare la credenza nell'universalità della natura umana con l'innegabile diversità delle culture: l'e-

[3] Un'impostazione simile si ebbe in Germania con Johann Bachofen e Adolf Bastian.

voluzione di queste seguiva uno schema suo proprio, sostanzialmente non influenzato dai fattori geografico-ambientali, i quali incidevano solo sulla velocità con cui le diverse culture passavano attraverso le stesse fasi. Dunque le teorie dell'evoluzione della cultura erano in fondo teorie dello sviluppo mentale dell'umanità. Questi autori erano convinti che la scienza della società e della cultura potesse, attraverso la scoperta di leggi universali, attingere lo stesso grado di rigore delle scienze naturali. «La storia del genere umano – aveva scritto Tylor nel 1871 – fa tutt'uno con la storia della natura; i nostri pensieri, le nostre volontà e le nostre azioni si conformano a leggi altrettanto determinate quanto quelle che regolano il moto delle onde, la combinazione degli acidi e della basi, la crescita delle piante e degli animali»[4].

Nel frattempo, l'archeologia preistorica venne disponendo le culture dell'età della pietra lungo sequenze di stadi di sviluppo dal semplice al complesso: Paleolitico inferiore, medio, superiore, Mesolitico, Neolitico, Eneolitico. In *Le préhistorique* (1883) l'antropologo francese Gabriel de Mortillet suddivise il Paleolitico nei periodi chelleano, musteriano, solutreano e magdaleniano e affermò che le culture tipiche di ognuno formavano una sequenza graduale, universale e ascendente, attraverso cui tutti gli europei erano avanzati fino al Neolitico, quando una nuova *cultura* era stata improvvisamente introdotta dall'invasione di popolazioni di *civiltà* superiore. In virtù della «legge del progresso dell'umanità», dalla scimmia si era giunti inevitabilmente all'uomo moderno passando per un genere «precursore dell'uomo nella catena dell'essere», da Mortillet denominato *Anthropopithecus*, comparso nel Terziario, di cui non si erano ancora trovate le tracce, ma da cui erano discesi i neandertaliani: ogni razza aveva soppiantato la precedente, da cui era derivata.

L'idea del progresso lineare fu sfidata alla fine del secolo dal diffusionismo, cioè dalla teoria secondo cui le somiglianze fra culture distanti geograficamente era dovuta alla diffusione di istituzioni e tecniche dall'area circoscritta in cui avevano avuto origine ad altre. Nell'affermare l'importanza delle migrazioni di popoli e idee, il geografo tedesco Friedrich Ratzel (l'inventore del concetto di *Lebensraum*, o "spazio vitale") era influenzato dalle teorie del naturalista Moritz Wagner, secondo il quale le migrazioni e l'isolamento geografico erano, contrariamente a quanto aveva sostenuto Darwin nell'*Origin of Species* (ma non nella prima fase delle sue riflessioni sull'evoluzione), i fattori principali della formazione di specie nuove. Colonizzazioni, conflitti e conquiste, ma molto più spesso scambi, assimilazioni e sincretismi erano secondo Ratzel la normalità dei rapporti fra culture. Queste erano per origine

[4] Dalla traduzione italiana del I cap. di E.B. Tylor (1871) in: Pietro Rossi (a cura di) 1970, p. 8.

peculiari di aree particolari, cosa che rendeva difficile disporle secondo una gerarchia unica di valore. In America, agli inizi del Novecento, l'antropologia culturale di Franz Boas e della sua scuola si orientava a studiare ogni cultura come un'entità a sé, indipendentemente dalla base biologica[5]. Altre impostazioni della ricerca antropologica, come il funzionalismo di Radcliffe-Brown, avrebbero minimizzato l'importanza della stessa dimensione storica.

4. Evoluzionismo e scienze umane

L'evoluzionismo stimolò la tendenza a studiare i fenomeni psichici in relazione a quelli fisiologici. La psicologia individuale rimase a lungo sotto l'influenza di Herbert Spencer e della sua revisione evoluzionistica della teoria associazionistica: associazioni mentali ripetute perché utili potevano consolidarsi al punto di diventare abitudini automatiche ed ereditarie; col passare delle generazioni, diventavano così stabili da non distinguersi più dagli istinti propriamente detti. In altri termini, complessi mentali e addirittura credenze e ragionamenti si fissavano nel patrimonio mentale comune a interi gruppi, se non a tutta la specie umana. Queste idee, oggi insostenibili perché fondate sull'erronea credenza nell'ereditarietà dei caratteri acquisiti, esercitarono una forte attrazione su molti sociologi. Fra il 1893 e il 1894 la «Contemporary Review» ospitò una puntigliosa quanto sterile controversia fra Spencer e il biologo tedesco August Weismann, che negava l'ereditarietà dei caratteri acquisiti e sosteneva l'«onnipotenza della selezione naturale». Spencer, come tanti altri, credeva che, negando l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, o, come si esprimeva lui, delle modificazioni funzionali acquisite dall'individuo mediante l'uso e il disuso degli organi, ci si precludesse la possibilità di spiegare l'accumulazione e la trasmissione dei tratti non solo fisici, ma anche mentali e sociali. Secondo lui, l'ambiente naturale e sociale stimolava un maggiore uso del cervello, quindi lo sviluppo dell'intelligenza; questo sviluppo determinava un ambiente sociale e culturale più complesso, che a sua volta richiedeva ulteriori prestazioni al cervello, e così via. A causa di obiezioni come quelle di Spencer il neodarwinismo avrebbe incontrato a lungo, anche dopo i suoi sviluppi novecenteschi, la diffidenza, se non l'ostilità, di molti psicologi, antropologi e sociologi che vedevano aprirsi un fossato incolmabile fra "natura" e

[5] Sull'opera di Boas e di altri antropologi che, come ad esempio A.L. Kroeber, operarono una distinzione *in generale* sempre più chiara fra eredità biologica ed eredità culturale e fra razza e cultura cfr. Kroeber 1956; Stocking, 1968, 1987; Cravens, 1978.

"cultura". Tramontate le teorie secondo cui l'ambiente e la cultura potevano in qualche modo "istruire" direttamente il patrimonio ereditario dell'individuo, fra le scienze umane e le scienze biologiche si aprì una frattura che tuttora attende di essere ricomposta. È il compito che si è assunta di recente la sociobiologia, con piglio, almeno inizialmente, riduzionistico e imperialistico, anche nei confronti della altre discipline biologiche.

Per giustizia bisogna ricordare che Spencer fu tra i pochi del suo tempo a vedere nell'evoluzione sociale un processo non lineare, ma ramificato nella direzione di una crescente «differenziazione» ed «eterogeneità»: «come gli altri tipi di progresso, il progresso sociale non è lineare, ma divergente e ri-divergente» (Spencer, 1876-1893, III, p. 325). L'adattamento all'ambiente dotava ogni razza di caratteristiche peculiari; inoltre, poteva anche causare regressione: Spencer addirittura avanzò l'ipotesi che gli attuali primitivi fossero i discendenti degenerati di popolazioni più evolute, quindi non potevano essere usati come testimonianze del passato delle attuali popolazioni civili. Naturalmente Spencer condivideva l'idea che i selvaggi avessero una mente meno sviluppata e che il ramo che aveva condotto agli europei moderni fosse quello principale.

L'evoluzionismo (non necessariamente il darwinismo) diede impulso agli studi di psicologia animale e comparata, ponendo agli psicologi e ai filosofi il compito di spiegare la genesi graduale dell'intelligenza razionale dall'istinto animale. Forme di emergentismo come quelle proposte da Conwy Lloyd Morgan e Leonard T. Hobhouse cercarono di salvaguardare sia la novità qualitativa rappresentata dalla mente umana sia la sua continuità con il mondo animale. Intanto, i primi studiosi di psicologia collettiva (o "psicologia delle masse") mettevano in risalto l'importanza dei fattori irrazionali del comportamento umano. L'uomo non era solo un agente razionale guidato dalla percezione dell'interesse personale: lo dimostrava il comportamento dei gruppi, soprattutto di quelli spontanei e non strutturati, come misero in evidenza. Le masse che allora stavano irrompendo sulla scena della storia e inquietavano le classi dirigenti si comportavano, agli occhi di questi studiosi, secondo moduli istintuali riemergenti dalla preistoria, se non dal passato ferino. L'«anima delle masse», affermava Gustave Le Bon (1841-1931) nella *Psychologie des foules* (1895), è radicata nel passato preistorico e sta a disposizione dei demagoghi che sfruttano l'istinto gregario degli esseri umani. La nozione di "atavismo", cioè del ritorno, o della persistenza, di tratti arcaici o animali nella mente e nel corpo di alcuni individui fu invocata da psichiatri e criminologi come Lombroso per spiegare i fenomeni di patologia sociale. Attraverso queste dottrine, il darwinismo influenzò anche il diritto penale, soprattutto in relazione alla questione della pena di morte: il «delinquente nato» doveva essere soppresso in quanto

bestia pericolosa e irrecuperabile o trattato come un malato in quanto non responsabile come le persone normali?

Anche nelle società più evolute permanevano, aveva scritto Tylor, «sopravvivenze» del passato evolutivo: usanze, istituzioni, forme di comportamento. Se ne vedevano esempi nel gusto per gli ornamenti, nei rituali festivi, nelle cerimonie funebri, nel rispetto per gli anziani, nella celebrazione delle vittorie sul nemico. Ma ve n'erano tracce anche negli aspetti profondi della vita psichica. Per esempio, l'«animismo» (termine coniato da Tylor), cioè la credenza in spiriti e demoni che abitano nelle cose e negli eventi naturali, non era solo una fase evolutiva attraverso cui il sentimento religioso era dovuto passare per arrivare alle espressioni più spirituali, ma anche una struttura mentale dovuta alle origini naturali dell'uomo e tuttora operante nella cultura. I suoi effetti si facevano sentire anche nelle attività intellettuali più raffinate. La nozione di causa, per esempio, aveva origine nella proiezione animistica del primitivo appena uscito dall'animalità, il quale attribuiva ad agenti ostili i fenomeni naturali, soprattutto quelli da cui si sentiva minacciato. Anche nei ragionamenti più complessi, il linguaggio continuava a servirsi di personificazioni e reificazioni, come quando si dice che le fasi della luna causano le maree. L'uso delle metafore era un'eredità della tendenza arcaica all'entificazione antropomorfica.

Il peso del passato animale e preistorico era considerato maggiore in quelle zone dell'attività mentale in cui meno forte è il controllo della coscienza razionale: il sogno, il comportamento istintivo, la sfera delle passioni, e naturalmente il delirio e la follia. La psichiatria evoluzionistica vedeva nella malattia mentale il riemergere dalla memoria di un mondo mentale primitivo su cui le abitudini razionali si erano sovrapposte senza annullarlo. I miti che popolano il mondo mentale del primitivo «sonnecchiano e agonizzano nei nostri cervelli inciviliti», scriveva nel 1899 lo psichiatra Eugenio Tanzi, e si risvegliano più spesso di quanto non crediamo. Le stesse funzioni e le stesse leggi valevano per la psicologia normale e per la psicologia patologica. Il «germe del delirio» è in ciascuno di noi: il pensiero delirante è così radicato nell'uomo che «per alcuni popoli costituisce l'espressione più elevata del pensiero normale» (cit. in Rossi, 1986, p. 14). Nella cultura evoluzionistica si assottigliava le distinzione fra psicologia e psicopatologia, fra salute e malattia, fra il mondo magico dei primitivi e le formule della scienza, fra l'animalità naturale e la cultura umana, fra le pulsioni e la ragione. È facile immaginare quanta importanza potessero avere queste idee nello studio dei miti e del mondo magico dei primitivi. In *Totem e tabù* Freud trattò delle analogie fra il mondo mentale dei «selvaggi» e quello dei nevrotici.

È dunque sbagliato credere che dallo studio evoluzionistico della natura umana si potesse ricavare soltanto la promessa di un progresso illimitato. Non dimentichiamo che l'angoscia di fronte alla prospettiva della degenerazione biologica e sociale e della decadenza della civiltà (per il progressivo prevalere degli elementi inferiori o per il decadimento fatale della razza) divenne, a mano a mano che si avvicinava la fine del secolo, una vera e propria sindrome collettiva e costituì il brodo di coltura in cui prosperarono sia le proposte di controllo eugenetico della riproduzione sia gli attacchi violenti all'idea di progresso. La degenerazione era «la faccia oscura del progresso» (Gilman & Chamberlin, 1985; Pick, 1989).

5. Oscillazioni pendolari

La prima guerra mondiale spazzò via le diverse, contraddittorie forme di quello che si suole chiamare "darwinismo sociale" e generò una diffusa diffidenza (spesso un vero e proprio rifiuto) verso l'uso di concetti tratti dalle scienze naturali nelle scienze umane e sociali[6]. Nel dopoguerra, molti fattori determinarono un clima culturale che non induceva a vedere negli istinti ereditati dagli animali la radice dei comportamenti morali e altruistici: l'esperienza della carneficina, il discredito della versione marziale del darwinismo sociale (generalmente attribuita ai militaristi tedeschi), la reazione alla filosofia positivistica, gli sviluppi delle scienze umane che sottolineavano l'autonomia della cultura rispetto alla natura, le sfortune della stessa teoria della selezione naturale, che conobbe fino agli anni 1930-1940 un periodo di bassa marea, o, secondo l'espressione del biologo premio Nobel Julian S. Huxley, di «eclissi». Negli Stati Uniti, forse per reazione all'ereditarismo e al determinismo biologico degli eugenetisti, la psicologia comportamentistica emarginò del tutto il concetto stesso di istinto. Il controllo sociale che gli eugenetisti avevano perseguito mediante la selezione delle caratteristiche innate poteva, si disse, essere conseguito attraverso il condizionamento esercitato dall'ambiente educativo su una mente descritta come plasmabile a volontà: datemi una dozzina di bambini sani, affermò lo psicologo John B. Watson (1878-1958) nel 1925, e ne farò, su ordinazione, dottori, magistrati o spazzini, indipendentemente dalle loro inclinazioni naturali.

Il pendolo tornò a muoversi nella direzione opposta proprio grazie a quegli studi sulla psicologia animale e la psicologia comparata a cui l'evoluzionismo

[6] La letteratura sul darwinismo sociale è molto vasta ed eterogenea: mi permetto di rinviare alla discussione in La Vergata, 2010, cap. 4.

darwiniano aveva dato un impulso decisivo, e soprattutto con la nascita di una nuova disciplina, l'etologia, cioè lo studio del comportamento animale in natura. Contro i comportamentisti, lo zoologo austriaco Konrad Lorenz rivendicò l'importanza decisiva della componente innata del comportamento animale. Negli animali, affermò, vi sono «schemi di reazione innati», selezionati nel corso dell'evoluzione, che, quando sono innescati da stimoli esterni, determinano comportamenti utili alla sopravvivenza dell'individuo e della specie. Gli istinti sono dunque «schemi motori» programmati geneticamente, non pulsioni psichiche. Sono innati, ma i messaggi e gli stimoli che ne scatenano l'esecuzione possono essere appresi. In particolare, vi sono fasi critiche della maturazione comportamentale e cognitiva dell'animale in cui impressioni e stimoli particolari innescano comportamenti programmati che a loro volta condizionano i comportamenti successivi: ad esempio l'oca appena nata è programmata per riconoscere come madre il primo oggetto mobile che vede, anche se si tratta di un uomo. È il cosiddetto *imprinting* ("impronta"). Lorenz, che usava il termine tedesco *Prägung*, lo considerava irreversibile, ma oggi sono noti casi in cui può subire riadattamenti per effetto delle condizioni ambientali.

6. Cultura contro natura?

Fra gli schemi di reazione innati negli animali ve ne sono alcuni, secondo Lorenz, che determinano «comportamenti analoghi alla morale», cioè comportamenti altruistici simili a quelli che nell'uomo sono indotti dai codici morali. Dunque negli animali meccanismi affatto istintuali stanno alla base di comportamenti "morali". Si deve concludere che anche le norme morali umane hanno questa origine? Lorenz rifiuta il «pregiudizio idealistico» secondo cui i valori sono un'invenzione umana: anche in natura il bene comune ha la precedenza sugli interessi egoistici, ovviamente grazie alla selezione delle variazioni utili che sono via via comparse casualmente. Nell'uomo, animale sociale, è avvenuta la stessa cosa: le fonti del comportamento morale stanno quindi nella nostra natura biologica, non in qualcosa di soprannaturale. E nemmeno sono il mero prodotto della cultura. È assurdo, afferma Lorenz, attribuire tutto il buono al culturale e tutto il cattivo al naturale. Anzi, per molti aspetti decisivi, l'incivilimento ha indebolito la morale naturale dell'uomo. Innanzi tutto, ha attenuato o annullato la pressione selettiva, "liberalizzando", per così dire, comportamenti devianti che in natura sarebbero stati eliminati. Alla selezione naturale si è sostituita una selezione sociale, esercitata dall'uomo sull'uomo: il suo esito, sostiene Lorenz, è inevitabilmente un abbassamento.

Come gli animali addomesticati perdono le caratteristiche adattative acquisite grazie alla selezione naturale, diventano incapaci di sopravvivere senza la protezione del padrone e «degenerano», così l'«autoaddomesticamento dell'uomo moderno» ha causato il suo «deterioramento genetico»: non una regressione al passato istintuale, ma, al contrario, una deviazione degli istinti. L'uomo delle metropoli è un «tipo degenerato»[7]: le sue inclinazioni innate subiscono condizionamenti e manipolazioni che le indeboliscono o ne diminuiscono la funzionalità o causano espressioni patologiche dei programmi genetici costruiti faticosamente dalla selezione naturale. Inoltre, il pensiero astratto e il linguaggio concettuale, che consentono la trasmissione della cultura, hanno reso possibili trasformazioni dell'ambiente e delle condizioni di vita così rapide e sconvolgenti che gli istinti non sono più adatti: viviamo in un presente che cambia continuamente, ma il nostro corredo psichico basilare è rimasto sostanzialmente quello dei nostri antenati. Abitiamo città sovraffollate e anonime, mentre vorremmo uno spazio personale inviolabile; tendiamo a sentire nostro un certo territorio, e proviamo fastidio quando è invaso da estranei o ne siamo allontanati; condividiamo codici comportamentali con i membri del nostro gruppo e ci sentiamo disturbati, se non minacciati, dal diverso e dal deviante; siamo animali gregari, ma perciò stesso facili da indottrinare, quindi alla mercé di demagoghi che oggi dispongono di mezzi ben più potenti di quelli di cui potevano servirsi i capi delle tribù primitive. Fra natura e cultura si è insomma aperto un divario dalle conseguenze potenzialmente disastrose[8]. Lorenz ha sempre insistito sulla necessità di comprendere le basi genetiche del comportamento, in modo da non esigere dalla natura umana prestazioni che non può compiere. E fino all'ultimo ha ammonito come un vecchio profeta contro i «peccati capitali della civiltà moderna», responsabili del «declino dell'uomo».

Ma soprattutto la civiltà ha ridotto l'efficacia dei dispositivi biologici di

---

[7] Konrad Lorenz espose queste idee in una serie di saggi fra il 1938 e il 1939. Erano idee che rispecchiavano l'antimodernismo diffuso nella cultura tedesca del primo dopoguerra e del periodo nazista. Lorenz condivideva l'idealizzazione del mondo rurale, l'antiindustrialismo, l'antiamericanismo. Per tutta la vita, Lorenz ha additato nell'America il modello di un nuovo totalitarismo, il concentrato di tutte le «malattie intellettuali della nostra epoca». Lorenz si iscrisse al partito nazista sia per opportunismo sia per convinzione e ne condivise alcuni obiettivi politici: la rigida distinzione gerarchica fra le classi dominanti e quelle subalterne, la politica matrimoniale eugenetica, il divieto delle mescolanze razziali, la sterilizzazione dei disabili fisici e mentali, l'eliminazione delle razze inferiori. Nelle sue lettere si trovano affermazioni razziste e antisemite. Durante la guerra lavorò come psichiatra militare e partecipò a uno studio etnopsicologico sui «mezzosangue tedesco-polacchi»). Non ci sono prove che fosse coinvolto in crimini.

[8] Molti importanti biologi del Novecento (da Rensch a Monod, da Huxley a Watson) hanno condiviso queste preoccupazioni, ovviamente con accenti ed esiti diversi (cfr. la discussione critica in Kaye, 1986).

controllo dell'aggressività messi a punto dalla selezione. Anche nell'animale uomo gli istinti aggressivi sono normalmente controbilanciati sia da inclinazioni, altrettanto profondamente radicate, alla socievolezza e al soccorso reciproco sia da freni innati che inibiscono l'uccisione dei propri simili. Ma se non può essere scaricata in forme funzionali alla conservazione della specie, come avviene fra gli animali in natura, l'aggressività si accumula fino a esplodere in modo incontrollato. Il progresso tecnico ha messo a sua disposizione strumenti dotati di un potere distruttivo sempre maggiore, ai quali la selezione naturale non ha avuto il tempo di trovare contromisure. Questo perché le innovazioni rese possibili dall'evoluzione culturale e tecnica avvengono con un ritmo incommensurabilmente più rapido di quello dell'evoluzione biologica, che non può tenere il passo. Siamo quindi in grado di uccidere a distanza un essere umano invisibile premendo un pulsante; se invece lo facessimo con le nude mani o con armi rudimentali e guardandolo in faccia, la vittima avrebbe il tempo di mandarci messaggi (visivi, uditivi ecc.) che, come avviene di norma negli animali, inibiscono la consumazione violenta dell'atto aggressivo. Queste considerazioni impongono un ribaltamento del giudizio tradizionale sui rapporti fra natura e cultura a proposito della guerra. Non la natura – sostiene l'etologo tedesco Irenäus Eibl-Eibesfeldt (1979), allievo di Lorenz – rende possibili i disastri della guerra, ma la cultura, o, più precisamente, la «pseudospeciazione culturale», cioè quella diversificazione tra le culture che si è ampliata tanto da generare la credenza che gli "altri" appartengano a una specie diversa. Essa depotenziò o disattivò negli uomini delle società primitive i filtri biologici che consentivano di discriminare fra l'aggressività intraspecifica e l'aggressività interspecifica; e i combattenti presero a comportarsi gli uni verso gli altri come predatori con le prede.

7. Riduzionismo?

Quello dei rapporti fra la biologia e i comportamenti sociali che nell'uomo si sogliono definire morali è un terreno friabile e minato: il dibattito è acceso, le polemiche talora violente. Il compito dello storico delle idee (con qualche velleità filosofica) è, alla fin fine, solo quello di ripulire, a beneficio di chi voglia interessarsene, i concetti e gli argomenti in campo, chiarendo lo sfondo storico e intellettuale delle discussioni attuali. Personalmente (per quello che può servire), credo nella necessità di *tentare* una qualche "naturalizzazione" dell'etica, nel senso di accertare i fondamenti biologici (non solo genetici, ma neurologici, etologici, ecologici ecc.) della cultura. Non è una dichiarazione di

biologismo, ma di materialismo metodologico. Non comporta affatto il misconoscimento dei diversi livelli della realtà studiati dalle diverse discipline, anzi afferma l'esigenza del dialogo fra le discipline, allo scopo del reciproco controllo e correzione degli eccessi. Come ha scritto l'etologo Danilo Mainardi (1979), il timore del biologismo non deve portare al rifiuto della biologia. Credo che il riduzionismo sia, in termini kantiani, un ideale della ragione da tenere sullo sfondo, non una aberrazione. I pericoli sono altri: innanzi tutto, le riduzioni *sbrigative*, quelle presentate come bell'e fatte e acquisite (non solo dai soliti giornalisti), ma anche la tentazione opposta di "ridurre" l'umano al solo culturale, tentazione che può generare un determinismo non meno dannoso di quello biologico e il sogno delirante di plasmare l'uomo a piacimento, con la costrizione politica anziché con la genetica. Ammettere che esiste una natura umana pone di per sé limiti alla progettazione politica: può servire a escludere prospettive di riforma dichiarandole irrealizzabili, ma anche a frenare velleità totalitarie e illusioni di onnipotenza. Sia l'essere umano tutto biologia sia l'essere umano tutto cultura e società appaiono ugualmente manipolabili. Sia il biologismo nazista sia il socialculturalismo dei campi di rieducazione comunisti volevano costruire l'umanità ideale. Non voglio dare un colpo al cerchio e uno alla botte, ma solo, inevitabilmente, segnalare una condizione magmatica e incerta, di cui nessuno è per ora venuto a capo, e di cui dubito che si possa venire a capo con esclusioni a priori o proclami di assorbimento di un campo di ricerca in un altro.

Per chi studia le basi genetiche del comportamento, l'uomo non è un'eccezione. Il linguaggio articolato e la capacità illimitata di trasmissione culturale ne fanno una creatura potentissima, ma non speciale. Ciò non vuol dire che tutto l'umano si possa ricondurre *direttamente* ai geni. È ovvio che nessuno è in grado di spiegare un dibattito politico a partire dai geni dei partecipanti (nemmeno nel caso dei prevedibilissimi automi ospitati da Bruno Vespa, che si ripetono come dischi rotti). Ma questo non deve comportare il divieto del tentativo. Innanzi tutto, è proprio dell'etologia riconoscere la specificità di ogni specie (il gioco di parole è inevitabile), senza compiere estrapolazioni non verificate. In secondo luogo, agli occhi dello stesso biologo evoluzionista la realtà si presenta articolata in livelli distinti, anche nel caso degli animali, e questi livelli vengono studiati con strumenti, metodi e concetti distinti. Non è possibile spiegare (lo sarà mai?) un comportamento complesso come un rituale di corteggiamento con una catena di cause che risalga dal genoma di quell'organismo fino alla rete di interazioni ecologiche in cui quel comportamento si inserisce. Il medesimo comportamento, ad esempio la ruota del pavone, si presenta in modo diverso agli occhi del genetista, del morfologo, del fisio-

logo, dell'etologo, dell'ecologo. Se è così per gli animali, quante più discipline devono inevitabilmente intervenire, da punti di vista necessariamente diversi, nello studio di comportamenti umani anche "semplici"! Eppure, appena i biologi parlano dell'uomo, si manifestano tutte le paure possibili. Nei non biologi sorge il terrore di quello che si suole chiamare determinismo genetico: la credenza che tutto sia scritto nei geni. Una paura assurda, proprio perché – non sembri paradossale – questa credenza è fondata. È innegabile che tutto ciò che è umano venga dai geni: se non ci fossero loro, non ci saremmo noi, con tutte le nostre discussioni sui rapporti fra natura e cultura. Ma questa affermazione è talmente vera da essere irrilevante: una volta ribadita l'ovvietà, non si è fatto nessun passo avanti. Il possesso di certi geni non implica affatto che un individuo sviluppi inevitabilmente certi caratteri, e ciò per motivi biologici, non perché l'uomo abbia in sé qualcosa di speciale. Non è "scritto" una volta per sempre nei geni un carattere "semplice" come l'altezza del fenotipo adulto, figuriamoci il talento musicale o le tendenze politiche! Ereditario non vuol dire immutabile e inevitabile. Come si è detto, i geni fissano regole generali a cui deve attenersi un dato spettro di comportamenti possibili, ma non impongono un comportamento particolare. Proprio in virtù delle sue caratteristiche biologiche, geneticamente determinate, il cervello umano consente una flessibilità di comportamento che mette in grado di affrontare situazioni impreviste, quindi di imparare, e sbagliare. Contiene possibilità non sfruttate (alcuni preferiscono dire "latenti"), e chissà se riusciremo mai a sfruttarle tutte. L'*Homo sapiens* ci ha messo circa 200.000 anni per sfruttare quelle del suo cervello (che era già il nostro), le quali evidentemente andavano ben oltre l'adattamento all'ambiente specifico della limitata area africana in cui ebbe origine la nostra specie: quel corredo mentale consentì di colonizzare molti altri ambienti e di modificarli.

Se vi è continuità fra gli animali e l'uomo, deve esservi continuità fra biologia e cultura, anche se lo sviluppo della dimensione culturale nell'uomo è eccezionale. Nessun progresso della biologia toglierà il mestiere agli storici, ai filosofi, agli antropologi, ai sociologi, agli psicologi, agli economisti ecc.; i quali continueranno a polemizzare o a collaborare come è sempre avvenuto[9]. Che poi l'entusiasmo per il riduzionismo riprenda periodicamente slancio sull'onda di successi riportati grazie a "riduzioni" locali è nell'ordine delle cose.

[9] Così come le esplorazioni spaziali non hanno cancellato il romanticismo del chiaro di luna, l'embriologia non ha spento il desiderio e i sentimenti erotici, e l'apprendere che George Clooney, Johnny Depp, Tom Cruise e Sean Connery hanno il 99% dei loro geni in comune con lo scimpanzé (e l'85% con il topo domestico) non diminuirà né l'interesse né l'autostima delle loro ammiratrici. Quell'1% di differenza (circa 200 geni) continuerà a far sentire il suo peso, e non perché aggiunga qualcosa al 99%, ma solo perché ne modifica l'espressione.

La storia della scienza ha visto molte volte oscillare il pendolo fra il riduzionismo e la rivendicazione dell'autonomia dei livelli di complessità. Ai riduzionisti trionfalistici di turno si deve dire "Dimostrate di avere ragione. Provate a convincerci", non "Altolà!".

Bibliografia

BURROW J.W., 1966 – *Evolution and Society. A Study of Victorian Social Theory*. Cambridge University Press, Cambridge.

CRAVENS H., 1978 – *The Triumph of Evolution. American Scientists and the Heredity Environment Controversy, 1900-1941*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.

EIBL-EIBESFELDT I., 1979 – *The Biology of Peace and War*. Thames & Hudson, London. Trad. it. di G. Longo, *Etologia della guerra*, Boringhieri, Torino, 1983.

GILMAN S. & CHAMBERLIN J.E. (eds.), 1985 – *Degeneration. The Dark Side of Progress*. Columbia University Press, New York.

KAYE H.L., 1986 – *The Social Meaning of Modern Biology. From Social Darwinism to Sociobiology*. Yale University Press, New Haven-London.

KROEBER A.L., 1956 – *The Nature of Culture*. Chicago University Press, Chicago.

LA VERGATA A., 2009 – *Colpa di Darwin? Razzismo, eugenetica, guerra e altri mali*. UTET, Torino.

LA VERGATA A., 2010 – *Darwinism and the Social Sciences*. Rend. Fis. Acc. Lincei, 20, pp. 333-343.

LUBBOCK J., 1865 – *Prehistoric Times, as Illustrated by Ancient Remains and the Manners and Customs of Modern Savages*. Williams & Norgate, London.

MACDOUGALL W., 1908 – *An Introduction to Social Psychology*. Methuen, London.

MAINARDI D., 1979 – *Introduzione all'edizione italiana*. In: E.O. Wilson, *Sociobiologia. La nuova sintesi*. Trad. it. di A. Suvero, revisione di D. Mainardi, Zanichelli, Bologna (orig. *Sociobiology. The New Synthesis*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1975).

MAINARDI D., 2007 – *Etologia della cultura*. In: M. Celentano & M. Stanzione (a cura di) "Konrad Lorenz cent'anni dopo. L'eredità scientifica del padre dell'etologia", Rubbettino, Soveria Mannelli, pp. 207-223.

MORGAN L.H., 1970 – *La società antica*, Feltrinelli, Milano (orig. *Ancient Society, or Researches in the lines of Human Progress from Savagery, through Barbarism, to Civilization*, New York, World Publishing, 1877).

PICK D., 1989 – *Volti della degenerazione. Una sindrome europea, 1848-1918*, trad. it. di S. Minucci, introduzione di A. La Vergata, La Nuova Italia, Firenze (orig. *Faces of Degeneration. A European Disorder, c. 1848-c. 1918*. Cambridge University Press, Cambridge, 1989).

ROSSI Paolo, 1986 – *Introduzione*. In: Paolo Rossi (a cura di) "L'età del positivismo", Il Mulino, Bologna.

ROSSI Pietro (a cura di), 1970 – *Il concetto di cultura*, Einaudi, Torino.

SPENCER H., 1876-1893 – *The Principles of Sociology*, Williams & Norgate, London.

STABOBINSKY J., 1989 – *Le mot civilisation*. In Id., *Le remède dans le mal. Critique et légitimation de l'artifice à l'âge des Lumières*. Gallimard, Paris, pp. 11-59.

STOCKING G.W., 1968 – *Race, Culture, and Evolution*. Collier-Macmillan, New York.

TYLOR E.B., 1871 – *Primitive Culture*. Macmillan, London.

TYLOR E.B., 1913 – *Anthropology. An Introduction to the Study of Man and Civilization*. Macmillan, London.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Roberto Bernardi*

Armonie e disarmonie territoriali: luoghi e non-luoghi

Riassunto

Esistono spazi che, in ragione delle realizzazioni umane e della destinazione d'uso in essi presenti, vengono definiti "non-luoghi". Trattasi di realtà territoriali nelle quali è mancata da parte degli uomini la conoscenza, la coscienza, la volontà e la persistenza necessarie per dare vita a paesaggi geografici ben gestibili in quanto non banali e non artificiosi. Questo breve articolo intende dare un contributo all'uniformità di interpretazioni su cosa siano sito, luogo e non-luogo geografici nonché regione geografica, territorio, spazio e paesaggio.

Abstract

Some spaces are defined as "non-places" because of constructions, activities and uses determined by man. These are areas that have been developed without adequate knowledge, conscience, will-power and persistence, which are necessary when geographical landscapes have to be modified by man. Man-occupied geographical spaces should always allow for the right kind of management, avoiding solutions that may appear too banal or artificial. This short article aims to provide a contribution to the definition of geographical concepts such as site, place, non-place, territory and landscape.

Parole chiave: *geografia culturale e sociale, non-luogo, surmodernità*

Key words: *cultural and social geography, non-place, supermodernity*

* Roberto Bernardi, già Professore Ordinario di Geografia presso l'Università degli Studi di Verona, Direttore della collana Pàtron "Geografia e organizzazione dello sviluppo territoriale", tel. 059 221747

1. Introduzione

I rapporti uomo-territorio sono ormai divenuti una realtà molto complessa per la quantità, la diversità, l'intensità e la dinamicità delle loro problematiche. Ciò in gran parte dipende dal fatto che tra la grande varietà dei territori molteplici risultano realtà banali in quanto non possiedono prerogative tali da conferire loro una qualche tipicità; risultano pertanto sottomettibili a qualsivoglia destinazione d'uso pensata dall'uomo.

Sono questi i territori che possedendo "di tutto un po'", risultano privi di caratteristiche in grado di favorire realizzazioni e/o utilizzazioni "forti", positive o negative che siano. In tali territori infatti o non esistevano alle origini, e non esistono tuttora, specifiche peculiarità espresse e/o potenziali capacità di stimolare la creatività delle popolazioni che li hanno occupati o queste ultime sono state impossibilitate ad effettuare scelte in grado di valorizzare una qualche emergenza dei luoghi e quindi di dar vita a situazioni nuove e dinamiche.

Molto si parla di paesaggio "naturale" intendendo con tale dizione una realtà spontanea, armonica e nel tempo ciclicamente ripetitiva, sebbene lentissimamente evolutiva.

Facile è comprendere che nei territori ove da lungo tempo l'uomo è presente non vi è più nulla di veramente spontaneo in quanto egli ha cambiato le condizioni originarie abiotiche e biotiche introducendo componenti artificiali, se non purtroppo artificiose. Ma anche nei vari luoghi ove l'uomo è stato – ed è ancora oggi – assente, la realtà odierna non è più certamente quella del lontano passato in quanto, ad esempio, le condizioni climatiche sono mutate più di quanto la visione idilliaca della natura facesse ipotizzare, e quindi le varietà e le specie vegetali e animali, nonché la morfologia dei luoghi hanno subito variazioni sovente traumatiche.

2. La dinamicità del territorio

Quanto ricordato evidenzia che i territori sia per opera dell'uomo di ieri e di oggi, sia per cause loro proprie (fisiche, vegetali, animali) non sono statici e quindi col tempo possono cambiare, perdendo le prerogative che hanno indotto gli abitanti ad organizzare in essi la loro vita sulla base di attività produttive (agricole, allevatrici, forestali, manifatturiere e commerciali) e situazioni insediative (per tipologia e numero) consone alle caratteristiche ubicazionali, dimensionali e fisiche originarie.

È però vero che i cambiamenti dei territori dovuti alle cause spontanee sono oggi prevedibili e che, quindi, è compito delle attuali comunità locali, in ragione della loro cultura, della loro tecnologia e della loro "filosofia di vita", individuare le caratteristiche che possono essere utilizzate in modo nuovo rispetto al passato, tanto da far sì che i luoghi escano dalla loro condizione di banalità; ciò significa, lo si ripete, valorizzare le "situazioni forti", cioè le emergenze potenziali, quelle ancora non espresse o quelle già manifeste ma non considerate nelle loro peculiarità positive.

Esempio di ciò è certamente l'innevamento montano, un tempo considerato soprattutto per le sue negatività, in quanto creava isolamento e quasi annullamento delle attività umane, mentre ora è il perno dello sviluppo e dell'economia di molte località montane, al punto che, in assenza di neve, si ricorre all'innevamento artificiale. Tale pratica, però, crea situazioni anomale e le "finte" piste da sci, tipo quelle di Dubai (Fig. 1), danno vita a paesaggi artificiosi, veri e propri "non-luoghi"[1].

Fig. 1 – Piste da sci artificiali a Dubai (foto da: www.skidubai.com)

[1] Secondo l'antropologo francese Marc Augé (n. 1935) il "non-luogo" è quello spazio utilizzato per usi molteplici, anonimo e stereotipato, privo di storicità e frequentato da gruppi di persone freneticamente in transito, che non si relazionano. Tale situazione è riscontrabile, ad esempio, negli aeroporti, negli alberghi, sulle autostrade, sui mezzi pubblici di trasporto, nei grandi centri commerciali ecc.

Molte tipicità utilizzate in modo innovativo sono divenute tuttavia, l'elemento trainante di un nuovo rapporto uomo-territorio; un modo di operare che non solo ha creato benessere e sviluppo economico, ma anche ha consentito alle popolazioni di trasformare molti dei "vecchi luoghi geografici" (quelli considerati banali in quanto con potenzialità non comprese o inespresse) in "nuovi luoghi geografici" (quelli specialistici, basati su una o più tipicità sino ad allora non utilizzata in quanto non considerata per le sue reali potenzialità). Detta evoluzione dei luoghi è dovuta a scelte che hanno evitato il sorgere di "non-luoghi"; cioè di territori o di semplici siti verso i quali gli uomini non hanno agito con la conoscenza, la coscienza, la volontà e la persistenza consone alle potenzialità e/o necessità dei luoghi loro preposti[2].

È accaduto sovente infatti che gli uomini nel valutare i luoghi di loro diretta e quotidiana influenza non abbiano saputo prendere coscienza di appartenere ad una realtà territoriale con potenzialità e con un vissuto che meritavano conoscenza e, quindi, amore e operatività proporzionati alle sue caratteristiche.

È mancata anche la volontà dei singoli di realizzare o anche solo di partecipare alla vita della comunità; è così inoltre mancata la persistenza nelle azioni necessarie a mantenere la vitalità e la giusta evoluzione dell'insieme biotico-abiotico e spazio-temporale cui appartengono. Non valorizzando – causa la mancanza di capacità o, più spesso, l'indifferenza ai problemi – le peculiarità dei loro territori, le popolazioni non solo non sono riuscite a trasformare luoghi banali in luoghi di tipicità, ma anche hanno lasciato campo libero ad azioni di persone (politici, tecnici, imprenditori, amministratori o speculatori) insensibili alle opportunità di continuare, migliorandolo, il preesistente locale rapporto uomo-territorio.

---

[2] Il dibattito sui concetti di luogo e di non-luogo è tuttora molto vivo e non ancora concluso, se mai lo potrà essere. Nell'esperienza contemporanea luoghi e non-luoghi sono compresenze che si incastrano e compenetrano reciprocamente nello spazio sociale dei luoghi della solitudine, della non permanenza dell'interazione strumentale e contrattuale. Ma cosa sono effettivamente i luoghi e i non-luoghi? I primi sono dati da uno spazio relazionale identitario storico, cioè uno spazio in cui le relazioni ne sono parte integrante ed i soggetti in esso presenti hanno una storia comune o si richiamano ad essa. I non-luoghi hanno caratteristiche opposte, sono spazi non identitari, nei quali cioè non ci si riconosce come appartenenti, privi inoltre delle espressioni simboliche di relazioni e di storia. Dette definizioni, sintesi dei pensieri di Marc Augé (1993) e Zygmunt Bauman (2002), evidenziano come i termini luogo e non-luogo da parte degli studiosi siano una concettualizzazione di "opposti" che permette di comprendere la realtà. Nei luoghi sono chiaramente visibili i segni di una identità collettiva in armonia con le caratteristiche territoriali; una socializzazione diffusa e un patrimonio culturale comune, in quanto fissati nello spazio. I non-luoghi, per assurdo, possono aiutare a capire i segni che contraddistinguono i luoghi, perché in essi ne è evidente l'assenza. Resta infine vero che i non-luoghi col tempo, prima per qualcuno poi per tutti, se coinvolti da opere consone alle necessità territoriali e tali da esprimere conoscenza, coscienza, volontà e persistenza delle comunità che li abitano, possono divenire veri luoghi geografici.

Sono stati fatti, pertanto, interventi che hanno modificato o addirittura stravolto le prerogative e le tendenze evolutive di determinate aree territoriali, creando dei non-luoghi, delle realtà cioè nelle quali sono stati inseriti fatti e fenomeni del tutto avulsi dall'armonico contesto preesistente.

Molte sono le tipologie e le categorie di non-luoghi; da quelli "classici" come ad esempio aeroporti e stazioni ai centri commerciali di oggi che sono intesi sia come non-luoghi sia come luoghi della nuova società, basata su stili di vita e rapporti col territorio diversi rispetto al passato.

Si pensi anche alle periferie delle città (Fig. 2) ove si hanno organizzazioni funzionali e infrastrutturali precarie e anonime che consentono agli abitanti di ogni tratto della periferia di vivere similarmente a quelle degli altri tratti ma che, essendo predisposti in modo da poter essere facilmente inglobati, ciascuno nel quartiere urbano col quale confina, non stimolano negli abitanti unitari comportamenti di coscienza, conoscenza, volontà e persistenza per far sì che la periferia possa essere un vero uniforme luogo geografico.

Resta pur vero che i territori possono divenire non-luoghi non solo a seguito dell'introduzione di fatti e fenomeni diversi rispetto a quelli necessari a renderli armonici "luoghi geografici" , bensì anche qualora i fatti e i fenomeni creativi siano troppi o troppo pochi per far sì che i territori possano svilupparsi come regioni geografiche con equilibrati paesaggi. Già geografi come U. Toschi e G. Merlini, seppure unicamente per motivi inerenti la localizzazione delle imprese, si occuparono di dette tematiche allorché suddivisero le attività produttive in tipiche, semitipiche e atipiche (il primo), naturali, tradizionali e atipiche (il secondo).

Non è qui la sede per soffermarsi sul fatto che solo se le attività sono tipiche e/o naturali e/o tradizionali potranno prosperare e nel contempo favorire l'armonico evolversi del territorio che le accoglie tanto da renderlo luogo geografico; va tuttavia ricordato, ad esempio, che una fabbrica di barche a vela creata in montagna risulterà atipica o, quanto meno, semitipica.

Gli esempi di territori con attività tipiche e/o naturali sono molteplici; lo saranno: le aree agricole che accolgono zuccherifici in prossimità delle coltivazioni di barbabietole; le aree coltivate a frutteti e vigneti, ove anche esistono fabbriche di marmellate ed enopoli; le aree delle industrie ceramiche che utilizzano, come accade nel Sassuolese e nel Faentino, le argille dei rilievi limitrofi.

Fig. 2 – Esempio di periferia urbana degradata a Roma (foto M. Cerasoli, www.cittalia.it)

Più complesso risulta comprendere appieno il concetto di un territorio armonico in quanto caratterizzato da attività produttive tradizionali. Può essere esplicativo l'esempio dell'area carpigiana, ove nell'ultimo dopoguerra si è sviluppata l'industria della maglieria senza che nella zona vi fossero i "classici" fattori di localizzazione (energia, materia prima, mercato ecc.), ma solo per il fatto che era attiva la tradizione del "lavoro a domicilio" delle donne, le quali da sempre, per integrare il reddito delle famiglie, lavoravano il vimine che i loro uomini reperivano nelle vicine zone umide non ancora bonificate, per formare cesti, sedie, stuoie e cappelli, ad imitazione delle "paglie di Firenze".

Ciò ha fatto sì che apparisse del tutto normale utilizzare la tradizione del lavoro femminile a domicilio; capacità che fu la premessa, dopo aver reperito i primi capitali, dell'apertura di alcuni laboratori di lavorazioni della maglieria e, in seguito, di numerose industrie.

Anche se le attività sono consone ai luoghi, appare evidente, come si diceva, che gravi diseconomie si possono creare qualora esse siano troppe o troppo poche rispetto al complesso delle potenzialità fisiche e umane dei territori. Nel primo caso, e ne sono esempio molte aree del mondo industriale mono-

produttive o agricole intensive, si avranno carichi eccessivi e tali da soffocare e deviare sia la realtà fisica che quella umana. Qualora, di contro un territorio sia stato chiamato ad accogliere un numero di attività troppo modesto rispetto alle sue potenzialità e necessità, risulterà sottoutilizzato e pertanto soggetto ad un mancato sviluppo, se non anche a veri e propri squilibri che creeranno i presupposti al suo destino di non-luogo.

Resta vero, comunque, che le imposizioni ai territori di attività diverse rispetto alle loro potenzialità e necessità sono il fatto che maggiormente contribuisse a far sì che questi si vadano evolvendo come non-luoghi, cioè come realtà prive della necessaria identità per essere contesti spaziali in grado, anche nell'inevitabile evoluzione che li caratterizza, di mantenere le prerogative di siti e di regioni geografiche[3].

3. Conclusioni

Le riflessioni sviluppate nelle pagine precedenti non hanno la velleità di contrapporsi o solo affiancarsi alle concettualizzazioni di luogo e non-luogo degli studiosi specialisti di geografia sociale e culturale o di quegli scienziati delle discipline affini che da tempo si interessano di organizzazione dello spazio nell'ambito culturale della *surmodernité*[4].

Dette riflessioni hanno unicamente voluto porre in evidenza, se ce ne fosse stato bisogno, che lungo ancora è il percorso per giungere all'uniformità di interpretazioni su cosa siano, sito, luogo e non-luogo geografici (nonché regione geografica, territorio, spazio e paesaggio); quelle fornite risultano infatti alquanto diverse da molte altre pur nella medesima logica di far comprendere che i non-luoghi sono realtà create dagli uomini che turbano il corretto evolversi degli spazi e dei territori.

E allora perché queste poche pagine, se ritenute anche dallo scrivente non

---

[3] Oltre a quelli individuati e ricordati molti altri sono i fattori che influenzano la differenzazione tra luoghi e non-luoghi. Si può pensare, ad esempio, alla loro denominazione toponomastica. Il nome di un luogo ne può richiamare la tradizione e il suo "significato" per la popolazione; di contro può non evocare nulla nelle nuove popolazioni che arrivano o nelle giovani generazioni prive di adeguata informazione e dotate di diversa cultura. Resta comunque vero che il nome ha riflessi sulla rappresentazione del luogo, sulla sua persistenza nel tempo e nella memoria delle persone.

[4] Il neologismo *surmodernité* (it. surmodernità) è stato creato da M. Augé (1993) nello sviluppo della teoria dei non-luoghi. Con il termine surmodernità, ma che si potrebbe anche tradurre con supermodernismo, inteso come evoluzione ulteriore rispetto al postmodernismo, si intende fare riferimento ai fenomeni sociali, intellettuali ed economici connessi allo sviluppo delle società complesse alla fine del XX secolo, con riferimento in particolare al superamento della fase postindustriale e alla sempre più invasiva diffusione della globalizzazione nella vita degli individui.

risolutive di tale problematica? Unicamente per aiutare a pensare e far pensare, che il territorio è uno spazio nel quale gli uomini devono vivere realizzando infrastrutture consone alle sue potenzialità e quindi tali da favorire un'equilibrata evoluzione che consenta un'armonica qualità della vita degli abitanti, capaci di considerare il tempo una realtà dinamica utilizzabile per la realizzazione di un percorso evolutivo loro e degli spazi che occupano.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. Francesco Conzo per l'assistenza fornita durante la stesura del manoscritto.

Bibliografia

AUGÉ M., 1993 – *Non-luoghi: introduzione ad una antropologia della surmodernità*. Eleuthera Editrice, Milano.
BANINI T. (a cura di), 2009 – *Identità territoriali. Riflessioni in prospettiva interdisciplinare*. Geotema, **37**, Pàtron, Bologna.
BAUMAN Z., 2002 – *Modernità liquida*. Laterza, 263 pp., Roma-Bari.
BERNARDI R., 2002 – *Voglia di Geografia. Conoscere - Capire - Gestire*. Libreria Editrice Universitaria, Verona.
CALLEGARI F., 2003 – *Senso dei luoghi, spazi vissuti e parchi letterari*. Geotema, **20**, pp. 46-50, Pàtron, Bologna.
CASSI L., 2008 – *Geografia e nomi di luogo. Qualche considerazione*. Geotema, **34**, Pàtron, Bologna.
CERASOLI M., 2008 – *Periferie urbane degradate*. Paper, **2**, 44 pp., Cittalia, Roma.
CORNA PELLEGRINI G. & BIANCHI E., 1992 – *Varietà delle geografie. Limite e forza di una disciplina*. Cisalpino, Milano.
DAVIES P.C.V., 1977 – *Spazio e tempo nell'universo moderno*. Laterza, Bari.
DEMATTEIS G. & FERLAINO F. (a cura di), 2003 – *Il mondo e i luoghi: geografie dell'identità e del cambiamento*. IRES, Torino.
FREMONT A., 1981 – *La regione uno spazio per vivere*. F. Angeli, Milano.
HARTSHORNE R., 1983 – *Metodi e prospettive della geografia*. F. Angeli, Milano.
HUGGETT R., 1983 – *Analisi dei sistemi e spazio geografico*. F. Angeli, Milano.
ISNARD H., 1984 – *Spazio e tempo in geografia*. In: BSGI, pp. 609-619, Roma.
MASSEY D. & JESS P., 2006 – *Luoghi, culture e globalizzazione*. Utet, Torino.
RECLUS E., 1982 – *L'Homme*. Geografia sociale, F. Angeli, Milano.
TUAN Y.F., 1977 – *Space and place: the perspective of experience*. University of Minnesota Press.
VALLEGA A., 2006(a) – *La geografia del tempo. Saggio di geografia culturale*. Utet, Torino.
VALLEGA A., 2006(b) – *Il tempo nel luogo. Il luogo nel tempo*. In: BSGI, pp. 257-284, Roma.
VALUSSI G., 1992 – *Che cos'è la geografia*. In: A.I.I.G., Giorgio Valussi per la geografia, Arti Grafiche Editoriali, Urbino.
ZERBI M.C. (a cura di), 1994 – *Il paesaggio tra ricerca e progetto*. Giappichelli, Torino.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Luca Ghelfi*

Francesco Petrarca geografo, tra poetica e paesaggio**

Riassunto

Francesco Petrarca, oltre che poeta, fu anche uno dei migliori geografi del suo tempo. Fu un viaggiatore instancabile e un acuto osservatore di paesaggi, visitando vari Paesi europei fra i quali la Francia, la Svizzera, le Fiandre e la Germania. La sua lettera sull'ascensione al Monte Ventoso esprime un vivo sentimento di stupore e ammirazione per la natura che lo circonda ma anche un profondo richiamo al sublime, alla spiritualità dell'uomo e al suo bisogno di purificarsi e di redimersi.

Abstract

Francesco Petrarch, besides being a great Italian poet of the Middle Ages, was also one of the best geographers of his time. He travelled extensively in Europe, observing and describing various kinds of landscapes. His letter on the ascent on Mont Ventoux (Provence) expresses a strong feeling of wonder and admiration for nature but also a deep call to the sublime, to man's spirituality and his need for purification and redemption.

Parole chiave: *paesaggi, Monte Ventoso, Provenza, Petrarca*

Key words: *landscape, Mont Ventoux, Provence, Petrarch*

"Gli uomini vanno ad ammirare le cime dei monti,
i flutti grandiosi del mare, le impetuose correnti
dei fiumi, la vastità dell'oceano, i giri delle stelle
e trascurano sé stessi"
Agostino, Confessioni, X, 8, 15 (400 d.C. circa)

* Luca Ghelfi, Via C. Pisacane 29, 41012 CARPI (MO); e-mail: luca.ghelfi@gmail.com

** Ricerca realizzata nell'ambito del progetto di tesi "Il Paesaggio storico", Dipartimento di Discipline Storiche, Antropologiche e Geografiche, Alma Mater Università di Bologna, Piazza San Giovanni in Monte 2, 40124 BOLOGNA

1. La Geografia nel XIV secolo

"Petrarca, oltre che poeta, fu de' migliori geografi del tempo; e anche si può credere che delineasse egli la prima carta d'Italia. Nella conformazione della penisola (formosum corpus Italiæ), che egli descrisse a parte nelle opere latine, con quello stesso amore per «le belle membra» della sua donna, vide anche «lo stivale»; segno e testimonianza per lui del supremo impero; quasi l'Italia fosse dal sito stesso «destinata a pigliare o a calcare il mondo»".[1]

Molti di coloro che si sono occupati del tema del paesaggio, come geografi, storici, filosofi, storici dell'arte ecc., hanno riconosciuto l'importanza di Francesco Petrarca geografo (Fig. 1).

Fig. 1 – Francesco Petrarca (1304-1374) in un dipinto di autore ignoto

Già intorno alla metà del XIX secolo il naturalista Alexander von Humboldt, nel suo saggio "Quadri della Natura", con il quale fondò la Geografia come disciplina, considerava Petrarca un precursore della moderna geografia (Humboldt, 1849).

A partire dal XIII secolo si manifesta presso le nazioni europee il notevole movimento di rinnovazione che seguì le crociate e preparò il Rinascimento.

[1] Tratto da "Il Petrarca alpinista" di Giosuè Carducci (1898).

L'apparizione delle opere enciclopediche, che toccano tutti i soggetti di cui si occupa l'intelligenza umana, è appunto uno dei sintomi più manifesti di questo fermento intellettuale.

Alberto Magno[2] scriveva il *Liber cosmographicus de natura locorum,* ove si trovano considerazioni che appartengono agli aspetti fisici della geografia, e Ruggero Bacone[3] il *Liber de regionibus mundi*.

Tommaso Cantipratense[4], discepolo di Alberto Magno che insegnava a Lovanio nel 1230, pubblicò i suoi 20 libri *De rerum natura*. Qualche anno più tardi, tra il 1245 e il 1250, Vincenzo di Beauvais[5] terminò il suo *Minor de la natura*, vasta compilazione più celebre di quella di Cantipratense. È la vera enciclopedia del secondo periodo del Medioevo, divisa in quattro classi.

La fine del XIII secolo e il principio del XIV avevano visto apparire le prime copie del celebre "Il Milione" di Marco Polo (1298). Nel 1573 Ignazio Danti[6] pubblicò un trattato[7] di argomento geografico sull'uso della sfera armillare. Prima di lui Francesco Berlinghieri[8] aveva scritto le *Septe giornate della geografia* e Fazio degli Uberti[9] *il Dittamondo*[10]*,* dove si tratta di argomenti storico-geografici. Anche Giovanni Boccaccio aveva sentito l'esigenza di compi-

---

[2] Alberto Magno (Albertus Magnus), detto *Doctor Universalis* (1206-1280), fu un religioso domenicano tedesco. È considerato il più grande filosofo e teologo tedesco del Medioevo sia per la sua grande erudizione che per il suo impegno a livello logico-filosofico nel conciliare fede e ragione, applicando la filosofia aristotelica al pensiero cristiano. Fu inoltre il maestro di Tommaso d'Aquino. La Chiesa cattolica lo venera come santo protettore degli scienziati e Dottore della Chiesa.

[3] Ruggero Bacone (Roger Bacon), noto con l'appellativo latino di *Doctor Mirabilis* (1214 circa-1294), è stato un filosofo, scienziato, teologo ed alchimista inglese.

[4] Tommaso Cantipratense (XIII sec.), frate domenicano belga poi eletto vescovo di Cambrai.

[5] Vincenzo di Beauvais, chiamato anche Vincentius Bellovacensis (1190 circa-1264), è stato un letterato e un frate domenicano francese, autore dell'opera enciclopedica *Speculum Maius*, la più importante enciclopedia medievale.

[6] Ignazio (o Egnatio) Danti, al secolo Pellegrino Rainaldi Danti (1536-1586), è stato un matematico, astronomo, cosmografo e vescovo cattolico.

[7] *La Sfera di Egnatio Danti, Cosmografo del Serenissimo Gran Duca di Toscana, con le annotazioni e con l'uso della Sfera del medesimo*, in Fiorenza nella Stamperia de' Giunti, 1573. Tale opera, allora molto popolare, fornisce interessanti informazioni sul mondo di quei tempi, sul funzionamento delle bussole e su altre materie marinaresche, arricchite da osservazioni, disegni e note di viaggio.

[8] Francesco Berlinghieri (1440-1501), umanista italiano, ideatore del primo volume a stampa della Geografia di Claudio Tolomeo (II sec. d.C.).

[9] Fazio degli Uberti (1305 o 1309-post 1367) fu un poeta didascalico fiorentino, pronipote del più celebre Farinata degli Uberti di dantesca memoria.

[10] Il *Dittamondo* (dal latino "dicta mundi", "detti del mondo") è un poema allegorico in terzine dantesche, rimasto incompiuto, ad opera di Fazio degli Uberti. Narra di un viaggio immaginario consigliato a Fazio dalla Virtù ed effettuato, attraverso l'Europa e l'Africa, sotto la guida ideale del geografo romano Gaio Giulio Solino (III sec. d.C.).

lare un dizionario geografico nella sua opera *De montibus, silvis, lacubus, fluminibus* (Pastore Stocchi, 1998).

Il Petrarca, vissuto in mezzo a tale fermento intellettuale, manifestò la sua passione per la scienza geografica con i suoi frequenti viaggi per l'Italia e l'Europa e lo studio dei geografi antichi.

2. L'ascensione al Monte Ventoso

L'ascesa al Monte Ventoso (1912 m s.l.m., lat. 44°10'28" N, long. 5°16'44" E da Greenwich), nella provincia provenzale di Vaucluse (Francia), costituisce un notissimo episodio della vita di Francesco Petrarca. È stata descritta dal poeta nella lettera al monaco Dionigi da Borgo Sansepolcro, che gli aveva donato una copia de "Le Confessioni" di sant'Agostino perché gli fosse di conforto nei suoi turbamenti interiori e di guida ad una vita più intimamente religiosa (Olivieri & Sarasso, 1964). Questa epistola del Petrarca apre il libro IV delle *Epistolae familiares* (Stoppelli, 1997) ed è ricordata da molti tra coloro che si sono occupati dell'evoluzione dell'idea di paesaggio.

Il Monte Ventoso (Fig. 2) domina la valle del Rodano a nord-est di Avignone e costituisce un punto panoramico eccezionale, benché la vetta sia spesso battuta da raffiche di Maestrale che gli hanno valso il nome. È costituito essenzialmente da rocce calcaree di colore biancastro del Cretaceo inferiore (120 Ma BP), soggette a intenso carsismo. Questo rilievo montuoso raggiunse la sua configurazione attuale nel Miocene medio (da 16 a 10 Ma BP), durante l'orogenesi alpina. La sua parte sommitale è ricoperta da una vasta pietraia di origine crioclastica, risalente all'ultimo post-glaciale.

La scalata del Petrarca costituisce probabilmente la prima ascensione su una montagna di una certa altezza di cui si abbia una testimonianza scritta, benché sia difficile stabilire quanto il racconto corrisponda alla realtà fisica del luogo e quanto invece appartenga al genere dell'apologo, condito com'è di alcune probabili allegorie, di una vena etico-filosofica e di un dubitante misticismo. Il paesaggio scoperto sul Monte Ventoso dal poeta toscano lo porta innanzitutto all'esperienza di un'alterità interiore.

L'avventura alpinistica del Petrarca gli permette pertanto di percepire, con un senso profondo di stupore e meraviglia, l'intima armonia del paesaggio incontaminato, inteso come un insieme indissolubile di ambienti fisici e di piante e di animali che li popolano, e l'ardua salita fino alla vetta diviene una sorta di purificazione interiore che consente un contatto privilegiato con la natura e con il suo Creatore.

Petrarca fu il primo ad esprimere compiutamente nella sua lettera tali sentimenti che molti altri dopo di lui percepirono nel contatto diretto con l'ambiente di alta montagna, non da ultimo papa Giovanni Paolo II.

Fig. 2 – Veduta panoramica del Monte Ventoso (1912 m) in Provenza (foto Wikimedia Commons)

Attraverso la graduale "conquista" di vette sempre più alte, l'uomo arrivò a raggiungere la cima più elevata d'Europa – il Monte Bianco (4808 m s.l.m.) – solo nel 1786, grazie a Jacques Balmat e Michel Gabriel Paccard, entrambi di Chamonix, che erano stati sollecitati all'impresa dal naturalista e geologo svizzero Horace-Bénédict de Saussure[11], il quale già nel 1760 aveva offerto un premio di tre ghinee a chi lo avesse scalato per primo. Passarono ben 26 anni prima che il suo sogno si avverasse e, nel 1787, lo stesso de Saussure conquistò la vetta più alta delle Alpi, lasciandoci questi commenti estasiati:

[11] Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) fu uno dei pionieri dell'alpinismo e dell'esplorazione scientifica delle Alpi. Quando scalò la cima del Monte Bianco, nel 1787, alla sommità testò il grado di bollitura dell'acqua, la temperatura della neve e il battito cardiaco delle sue guide. Per uno come de Saussure, che aveva speso molto tempo ed energia nel fare indagini sulle montagne, questa impresa, anche se rischiosa, era ampiamente giustificabile.

"Quali magnifici contrasti formano queste rocce di granito imbrunite che si stagliano con tanta nettezza e tanta audacia tra le nevi rilucenti! […] l'animo s'eleva, le viste dello spirito sembrano ampliarsi e in questo maestoso silenzio la natura sembra parlare la sua voce e confidarvi le sue operazioni più segrete." E ancora, osservando le altre cime e i rilievi della catena alpina con l'occhio del geologo: *"[…] Comprendevo i loro rapporti, la loro relazione, la loro struttura, e un solo sguardo levò dubbi che anni di lavoro non erano riusciti a chiarire"*.

(de Saussure, 1788)

Pochi anni dopo, per Immanuel Kant l'io che sperimenta il sublime è in balìa dell'assolutamente grande nello spettacolo della natura:

"Le rocce che sporgono audaci in alto e quasi minacciose, le nuvole di temporale che si ammassano in cielo tra lampi e tuoni […]., riducono ad una piccolezza insignificante il nostro potere di resistenza, paragonato con la loro potenza. Ma il loro aspetto diventa tanto più attraente per quanto più è spaventevole, se ci troviamo al sicuro; e queste cose le chiamiamo volentieri sublimi, perché esse elevano le forze dell'animo al di sopra della mediocrità ordinaria, e ci fanno scoprire in noi stessi una facoltà di resistere interamente diversa, la quale ci dà il coraggio di misurarci con l'apparenza onnipotente della natura".

(Kant, 1790, pag. 112)

Ritornando al Petrarca, il 24 aprile del 1336 il poeta aretino e suo fratello Gherardo decidono finalmente di compiere l'ascesa al Monte Ventoso.

Il clima è mite ma i luoghi sono impervi. A nulla vale il tentativo di dissuasione dall'intraprendere la salita da parte di un vecchio pastore – figura arcadica – incontrato in una piccola valle durante il percorso di avvicinamento al monte. Costui narra il suo sfortunato tentativo di molti anni prima. Questo incontro fugace risulta importante, poiché rappresenta un'ulteriore presa di distanza da un preesistente atteggiamento di timore nei confronti della natura inesplorata. Petrarca narra infatti come gli avvertimenti del vecchio pastore ebbero su di lui l'effetto opposto, spronandolo ancora di più a sfidare quei luoghi impervi. In tale atteggiamento si riscontra la modernità del nostro, per il gusto dei viaggi, il bisogno di esplorare luoghi nuovi e il vivo senso della bellezza formale della natura.

Molto opportunamente Joachim Ritter[1], nel suo acuto saggio dedicato al paesaggio come natura che si rivela esteticamente (Ritter, 1963), per altro tut-

[1] Joachim Ritter (1903-1974), storico della filosofia e filosofo tedesco, è stato uno dei più influenti rappresentanti della filosofia tedesca nel secondo dopoguerra.

to incentrato sull'episodio del Monte Ventoso, rimanda a questo proposito ad una frase di Paul Cézanne. Il pittore francese, che dipinse più volte la montagna Sainte-Victoire nella stessa Provenza, scrive in una lettera del 1905:

"Non ci crederete, ma con certi contadini mi è successo di dubitare che sappiano che cosa sia un paesaggio o un albero. Vi sembrerà incredibile […] mi è capitato di accompagnare […] un agricoltore che andava a vendere le patate al mercato. Non aveva mai visto quel che noi intendiamo con vedere, col cervello, in una visione complessiva, non aveva mai visto la montagna Sainte-Victoire".

3. Conclusioni

La fatica fisica che comporta un'escursione in montagna è dunque vissuta dal Petrarca come dialettica tra difficoltà e successo e viene paragonata alla fatica morale. La sua lettera è interessante non solo per il vivo sentimento della natura che esprime ma soprattutto per una profonda autoanalisi spirituale, spinta da un'ansia di purificazione. Così l'ardua esperienza dell'ascensione sul Ventoso assume una forte valenza di catarsi interiore. Giunto finalmente in cima, la visione su sconfinati panorami è resa puntualmente da alcune espressioni di meraviglia e dalla descrizione della vista che dall'alto si può godere:

"Dapprima rimasi come trasognato da quell'aria insolitamente leggera e da quel vasto spettacolo. Guardo dietro di me e avevo sotto i piedi le nubi. E subito meno incredibile mi parve ciò che avevo letto e udito del monte Athos e dell'Olimpo, vedendo il medesimo fenomeno in un monte di fama tanto minore. Volgo poi gli occhi verso l'Italia, dove più tende l'animo mio. E vedo come vicine, sebbene siano lontane, quelle Alpi gelate e nevose, attraverso le quali passò una volta quel feroce nemico [Annibale] della gente romana, rompendo, come narrano, con l'aceto le rocce […]"

(Petrarca, 1336)

Comunque lo si intenda e comunque lo si voglia leggere, colpisce di questo episodio il legame stretto che viene stabilito tra il paesaggio fisico e concreto, e di fatto geograficamente determinato, e l'interiorità di chi lo osserva. Un altro dato va registrato come importante: la scoperta del paesaggio avviene in cima alla montagna. Nella considerazione che il Petrarca riserva ai luoghi selvaggi e impervi della montagna da scalare, si può ravvisare una simili-

tudine con quel concetto di sublime a cui la figura del luogo selvaggio è intimamente connessa nella moderna concezione.

Salire sul Monte Ventoso[2] è allora per il poeta un'azione che si legittima a partire anche dalla ricerca di un godimento estetico e di un appagamento spirituale, e non soltanto a partire da un'idea di esplorazione geografica (Besse, 2000).

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Prof. Giovanni Tosatti del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia per i preziosi suggerimenti e per la revisione critica del testo.

Bibliografia

Besse J.-M., 2000 – *Vedere la Terra. Sei saggi sul paesaggio e la geografia*. Trad. ital. di P. Zanini (2008), Bruno Mondadori Ed., 160 pp., Milano.
Carducci G., 1898 – *Opere. Studi, saggi e discorsi*. Vol. X, Zanichelli (2009), 424 pp., Bologna.
de Saussure H.-B., 1788 – *Voyage dans les Alpes*. 4 Voll., Imprimerie P.A. Bonnant (1834), Genève.
Humboldt, von A., 1849 – *Quadri della Natura*. Trad. ital. di G. Melucci (1999), Ed. La Nuova Italia, 384 pp., Firenze.
Kant I., 1790 – *Critica del Giudizio*. Trad. ital. di A. Gargiulo (1982), Ed. Laterza, 832 pp., Bari.
Marco Polo, 1298 – *Il Milione*. A cura di V. Bertolucci Pizzorusso (1975), Ed. Adelphi, 211 pp., Milano.
Olivieri M. & Sarasso T., 1964 – *Antologia della Letteratura Italiana*. Vol. I, Paravia, Torino.
Pastore Stocchi M. (a cura di), 1998 – *Tutte le Opere di Giovanni Boccaccio*. Mondadori, Milano.
Petrarca F., 1336 – *Lettera dal Ventoso*. Ed. Tararà (1996), 75 pp., Verbania.
Ritter J., 1963 – *Paesaggio. Sulla funzione dell'estetico nella società moderna*. Trad. ital. di G. Catalano (1994), Ed. Guerini, 100 pp., Milano.
Stoppelli P. (a cura di), 1997 – *Opera omnia / Francesco Petrarca*. Lexis Progetti Editoriali, Roma.

[2] Oggi il Monte Ventoso è classificato come "Riserva di biosfera" dall'UNESCO, nell'ambito del progetto "MAB" (*Man and Biosphere*). Presenta infatti una geologia e una flora molto particolari, nonché una fauna assai ricca e varia. La piana e i colli alla sua base sono coltivati a vigneti che producono uve da tavola e vini rinomati (*Côtes du Ventoux*).

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Alessandro F. Gualtieri[1], Carlotta Giacobbe[1], Massimo Tonelli[2], Cecilia Viti[3]

Se Plinio avesse avuto un diffrattometro… le trasformazioni ad alta temperatura del serpentino rivelate

Riassunto

La famiglia dei minerali del serpentino comprende principalmente il crisotilo (o amianto bianco), la lizardite e l'antigorite. Il più famoso di questi è sicuramente il crisotilo che grazie alle sue eccezionali proprietà è noto sin dall'antichità. Plinio il Vecchio nella sua Naturalis Historiae ne descrive la capacità di resistere al fuoco. Oggi siamo in grado di comprendere a fondo questa proprietà e definire fino a che punto l'amianto bianco è in grado di resistere al fuoco. In questo lavoro è stato studiato il campo di stabilità termica dei minerali del serpentino, i relativi prodotti di trasformazione e le cinetiche di reazione per una migliore comprensione dei fenomeni petrologici e delle applicazioni in campo industriale ed ambientale. Dati di diffrazione di raggi X raccolti in sito combinati con dati di microscopia elettronica (SEM e TEM) hanno permesso di descrivere nel dettaglio i meccanismi di deossidrilazione e ricristallizzazione dei politipi del serpentino ad alta temperatura. Durante la sequenza di reazione è stata osservata una fase tipo talco metastabile sia nell'antigorite che nella lizardite. Tale fase non è stata osservata nel crisotilo.

Abstract

The family of serpentine minerals mainly includes chrysotile (asbestos), lizardite and antigorite. The major serpentine mineral is chrysotile or white asbestos, which has been well known since ancient times because of its outstanding physical and chemical properties. Pliny the Elder in his Natural History describes, in particular, the heat resistance of white asbestos. Nowadays we are able to understand this peculiar property on a molecular scale. In this work, the stability fields and reaction kinetics of lizardite, chrysotile and antigorite were studied in order to draw a comprehensive model of the dehydroxylation and recrystallization reaction sequence of serpentine minerals. The thermal transformations of these minerals are of paramount importance in understanding petrological processes but also in finding a solution to the asbestos problem. In situ X-ray powder diffraction (XRPD) and kinetic studies were combined with Transmission Electron Microscopy (TEM) observations to describe the mechanisms of dehydroxylation and later crystallization of these polymorphs at

[1] Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, 41121 MODENA, tel. 059 2055810, e-mail: alessandro.gualtieri@unimore.it

[2] Centro Interdipartimentale Grandi Strumenti, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Campi 213/A, 41125 MODENA

[3] Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Siena, Via Laterina 8, 53100 SIENA

high temperatures. During dehydroxylation, a metastable transition phase with a characteristic peak at 9-10 Å was observed in antigorite and to a minor extent in lizardite.

Parole chiave: *: serpentino, asbesto, pseudomorfosi, diffrazione di raggi X, microscopia elettronica, riciclo*

Key words: *serpentine, asbestos, pseudomorphosis, X-ray diffraction, electron microscopy, recycling*

1. Introduzione

L'amianto e le sue incredibili proprietà sono noti sin dall'antichità. L'amianto era certamente già utilizzato dagli Egizi e dai Greci più o meno nel 2000 a.C.

Plinio il Vecchio (23-79 d.C.) nella sua *Naturalis Historiae* (XXXVI-139, 77-79 d.C.) parla di amianto e ne sottolinea le peculiari proprietà, tanto eccezionali da farlo apparire come una sostanza magica. Sicuramente la proprietà che più lo colpì è la sua capacità di resistere al fuoco "*Amiantus alumini similis nihil ignit deperit: hic veneficiis resistit omnibus, privatim magorum*" (letteralmente *non deperisce a contatto con il fuoco*). Questa famosa frase si è tramandata nel corso della storia come testimonianza dell'indistruttibilità dell'amianto, soprattutto a contatto con il fuoco. Che l'amianto sia resistente al fuoco, questo è fuori discussione ma, come vedremo oltre, la resistenza al fuoco identifica l'incombustibilità e non l'inerzia alle trasformazioni indotte dalla temperatura. Nel I sec. d.C. non esistevano strumenti scientifici per l'osservazione della materia alla scala molecolare. Oggi, con un semplice diffrattometro a raggi X per polveri, siamo in grado di confutare la tesi dell'immutabilità della struttura dell'amianto a contatto con una sorgente di calore. Come sarebbe bello poter unire la genialità di Plinio alle risorse sperimentali e tecnologiche oggi a disposizione! Ne uscirebbe certamente qualche scoperta scientifica degna dell'ambito premio Nobel.

La specie mineralogica principale della famiglia degli amianti è il crisotilo (detto anche amianto di serpentino o amianto bianco). Il crisotilo, assieme a lizardite ed antigorite, fa parte della famiglia dei serpentini, fillosilicati idrati di magnesio costituenti principali della crosta oceanica. I serpentini, che si formano durante i processi di idratazione delle rocce basiche ed ultrabasiche, sono formati da un foglio pseudo-esagonale di tetraedri (T) centrati da silicio e da uno strato ottaedrico (O) di tipo brucitico, in rapporto 1:1, con formula chimica ideale $Mg_3(OH)_4Si_2O_5$ (Skinner *et al*., 1988). Lo strato T si forma dalla polimerizzazione bidimensionale di tetraedri centrati da silicio che condivi-

dono tre dei quattro atomi di ossigeno apicale con altri tetraedri. Gli atomi non condivisi di ossigeno sono legati ad atomi di Mg del foglio ottaedrico. Nello strato TO, però, esiste uno *strain* dovuto all'incompatibilità dimensionale tra lo strato ottaedrico brucitico (a_{id}=5,4 Å e b_{id}=9,4 Å) e quello tetraedrico (a_{id}=5,0 Å e b_{id}=8,7 Å). In prima approssimazione, questo *misfit* viene compensato nei tre polimorfi in modi diversi (Fig. 1). La lizardite mostra una struttura planare perché le differenze sono compensate da sostituzioni isomorfe di Al e Fe nello strato tetraedrico che lo rendono dimensionalmente più compatibile con quello ottaedrico; l'antigorite è caratterizzata da una struttura modulare che comporta cambiamenti nella polarità degli strati che ne determinano una pseudo-planarità totale; nel crisotilo invece il *misfit* dimensionale è compensato dall'incurvamento degli strati che determinano una struttura cilindrica che costituisce una singola fibrilla. L'abito cristallino fibroso asbestiforme è il risultato dell'accrescimento di tante fibrille parallele (Fig. 2).

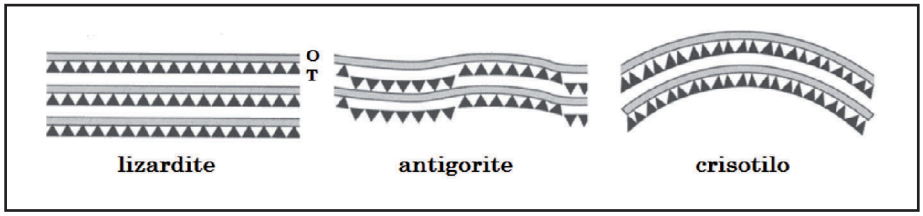

Fig. 1 – Compensazione del misfit *tra lo strato ottaedrico e tetraedrico nei tre diversi polimorfi*

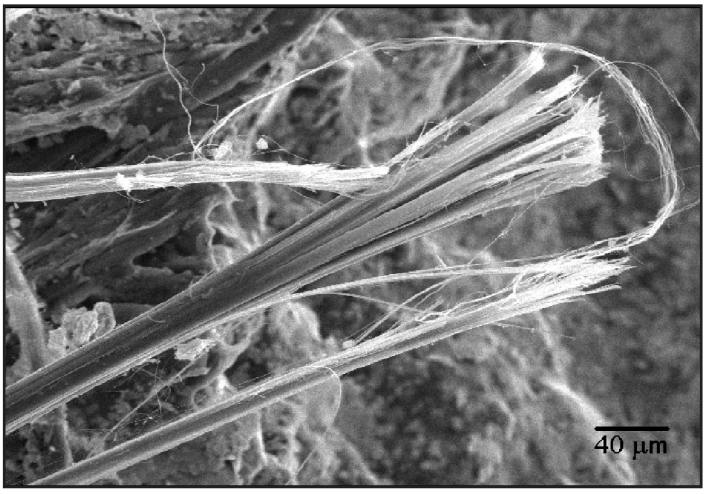

Fig. 2 – L'abito fibroso-asbestiforme del crisotilo

L'amianto, materia prima diffusa di costo relativamente basso e dalle proprietà tecnologiche eccezionali, è stato largamente utilizzato in svariatissime applicazioni industriali, nell'edilizia e nei mezzi di trasporto. Possiamo dire che si è insinuato nella vita di ogni persona, investendone anche la dimensione più privata: era componente di elettrodomestici, della sabbia artificiale nei parchi giochi, di tessuti per l'abbigliamento, di filtri per purificare le bevande ecc. L'abito fibroso-asbestiforme, alla base delle peculiari proprietà tecnologiche dell'amianto, è purtroppo anche la causa della sua accertata pericolosità. Le fibre rilasciate nell'aria, essendo di lunghezza micrometrica, diametro nanometrico ed aerodinamiche, possono passare il filtro delle mucose nasali, raggiungere i polmoni e conficcarsi nei tessuti. In quella sede, con tempi di latenza anche dell'ordine di 20-40 anni possono provocare malattie mortali come il mesotelioma. Per queste ragioni, tutti i minerali dell'amianto sono banditi in Italia dal 1992 (D'Orsi, 2007). I manufatti contenenti amianto ed in particolare il cemento-amianto vengono oggi rimossi e smaltiti in discariche controllate. Un'alternativa alla discarica è offerta dalla trasformazione cristallochimica a seguito di trattamento termico o meccano-chimico legittimata dal Decreto Ministeriale nr. 248 del 29 luglio 2004. È per questo che la conoscenza delle trasformazioni ad alta temperatura dei minerali dell'amianto ha implicazioni fondamentali non solo nel campo della petrologia ma anche nelle problematiche ambientali.

In questo lavoro sono stati combinati esperimenti di diffrazione di raggi X (XRPD) *in situ* con osservazioni in microscopia elettronica (SEM e TEM) per definire il campo di stabilità dei minerali del serpentino, descrivere le cinetiche di reazione dei tre i polimorfi e caratterizzare le eventuali fasi di transizione metastabili. L'analisi cinetica ha permesso di calcolare il coefficiente di Avrami (Bamford & Tipper, 1980), utile per descrivere il meccanismo di reazione, nonché i valori di energia di attivazione. Lo studio cinetico dell'antigorite e della lizardite è originale mentre i dati cinetici della deossidrilazione del crisotilo sono presi dalla letteratura (Cattaneo *et al*., 2003).

2. Parte sperimentale

I campioni analizzati in questo studio sono: i) lizardite di colore verde scuro, affiorante in vene massive presso le cave di Monte Fico, Isola d'Elba; (ii) antigorite, verde pallido, presente in vene in serpentiniti massive dall'Isola d'Elba; iii) crisotilo standard SRM1866A fornito dal *National Institute for Standards and Technologies* (NIST). Inizialmente tutti i campioni sono

stati macinati in un mortaio d'agata e setacciati per raggiungere un diametro medio delle particelle inferiore a 20 μm.

I dati di diffrazione di raggi X *in situ* in condizioni non isotermiche sono stati raccolti utilizzando un diffrattometro PANalytical X'Pert PW 3701 θ/θ (CuKα radiazione, 40 kV e 40 mA), fornito di un rivelatore RTMS (*Real Time Multiple Strips*) e una camera calda Anton Paar HTK 16 con elemento riscaldante in Pt. Le raccolte sono state condotte nelle seguenti condizioni: filtro di Ni sul fascio primario, 1/2° per la slitta di divergenza, 0,004° per la slitta soller, 1/4° per la slitta antiscatter, 10 mm per la maschera. I dati sono stati raccolti alle seguenti temperature: 854, 917, 937, 958, 979, 999, 1020, 1041, 1061, 1083, 1103, 1187 K. I dati di diffrazione di raggi X da polveri *ex situ* sono stati inoltre raccolti per i tre polimorfi dopo esser stati trattati termicamente alle seguenti temperature: crisotilo 1023 K, lizardite 1048 K, e antigorite 1073 K. Queste temperature sono state selezionate perché dovrebbero rientrare nel campo di esistenza di eventuali fasi metastabili che si formano a seguito della reazione di deossidrilazione. Su questi dati è stato eseguito un raffinamento Rietveld utilizzando il *software* GSAS (Larson & Von Dreele, 1999) e la sua interfaccia grafica EXPGUI (Toby, 2001).

Per le raccolte utili all'analisi cinetica è stato impiegato lo stesso diffrattometro sopra descritto, utilizzando i seguenti intervalli angolari: 10-13,5 °2θ e 21-26 °2θ al fine di seguire le evoluzioni dei picchi di Bragg in relazione alla temperatura. Per l'antigorite sono stati scelti i riflessi (002) e (004) mentre per la lizardite i riflessi (001) e (002). Le temperature selezionate sono state per l'antigorite: 888, 913, 939, 960 K, mentre per la lizardite 898, 911, 915, 918, 939 K. I dati cinetici relativi che descrivono la reazione di deossidrilazione del crisotilo sono presi dalla letteratura (Cattaneo *et al.*, 2003).

Gli esperimenti di microscopia elettronica a scansione (SEM) sono stati condotti utilizzando uno strumento Philips XL-40 con rivelatore per elettroni secondari e back-scatterati e microanalisi a raggi X. I campioni sono stati deposti su portacampioni di Al e metallizzati con uno strato di 10 nm di Au.

Le osservazioni in microscopia elettronica a trasmissione (TEM) sono state condotte utilizzando un microscopio JEOL 2010, che lavora alla tensione di 200 kV ed equipaggiato con uno spettrometro Oxford ISIS a dispersione di energia (EDS). I campioni sono stati finemente macinati, diluiti in acqua distillata e successivamente depositati su maglie di Cu preventivamente ricoperte da una pellicola in carbonio. Successivamente le griglie sono state ricoperte da un altro strato di carbonio.

3. Risultati e discussione

All'equilibrio la reazione di deossidrilazione delle fasi del serpentino che porta alla formazione di forsterite ed enstatite risulta essere (Gualtieri & Tartaglia, 2000; Gualtieri *et al*., 2008a):

$Mg_3(OH)_4Si_2O_5 \rightarrow Mg_2SiO_4 + MgSiO_3 + 2H_2O$

Dagli esperimenti di diffrazione in condizioni non isotermiche a temperature comprese tra 873 K e 1273 K (Fig. 3) si evince che i picchi della forsterite compaiono negli spettri di tutte le fasi lizardite, antigorite e crisotilo a temperature prossime a 1023 K, negli intervalli angolari 22,1-22,7, 31,5-32 e 35,5-36,2 °2θ. La completa decomposizione dei tre polimorfi avviene però a temperature diverse: per il crisotilo a 1023 K, per la lizardite a 1048 K e per l'antigorite a 1073 K.

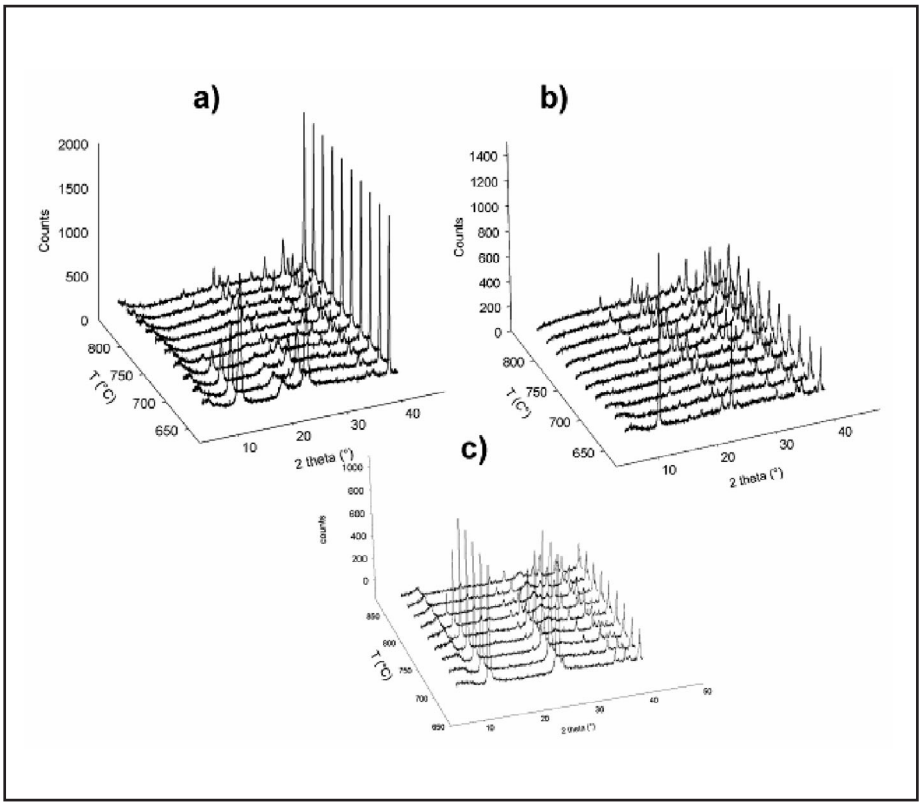

Fig. 3 – Spettri di diffrazione che mostrano le trasformazioni ad alta temperatura per crisotilo (a), lizardite (b), antigorite (c)

In Fig. 3a (crisotilo), 3b (lizardite) e 3c (antigorite), si può notare come il passaggio a forsterite ed enstatite per il crisotilo avvenga senza formazione di fasi intermedie. Per la lizardite e soprattutto per l'antigorite si nota invece che la reazione è accompagnata dalla comparsa di una fase metastabile con picco principale a circa 9 Å.

I raffinamenti Rietveld dei campioni di crisotilo, lizardite ed antigorite condotti utilizzando dati sperimentali raccolti con tempi di conteggio lunghi, confermano la presenza della fase metastabile con struttura tipo talco sia nell'antigorite che nella lizardite.

In Fig. 4 è riportato il raffinamento Rietveld dell'antigorite trattata termicamente a 1073 K. Grazie a questo è stato possibile confermare in modo inequivocabile la formazione di talco come fase metastabile di transizione nella sequenza di reazione antigorite → forsterite e lizardite → forsterite. Tale fase metastabile non è presente nel crisotilo.

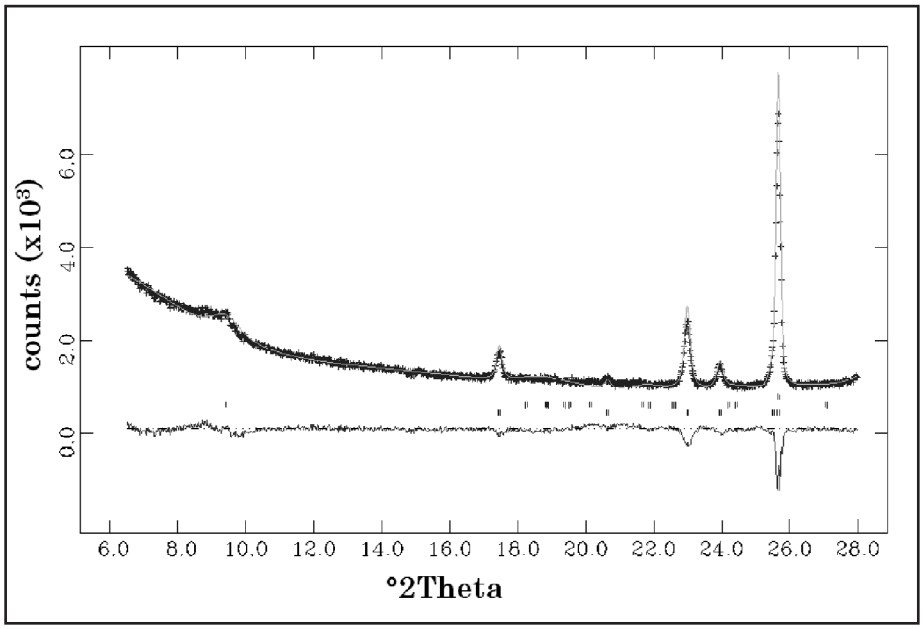

Fig. 4 – Raffinamento Rietveld per il campione di antigorite trattato a 1073 K nell'intervallo 6-28 °2θ. Si noti il picco della fase tipo talco a circa 9 °2θ

Dalle analisi cinetiche si ottiene che il valore medio che indica l'ordine di reazione ottenuto dal grafico di Avrami-Erofeev è pari a 0,81 per l'antigorite e 1,6 per la lizardite. Questo indica che il *rate-limiting step*, ossia il processo

che limita la velocità di reazione, è la diffusione delle molecole di acqua o degli ossidrili liberati durante la reazione nella zona di interstrato. A differenza di quanto si potrebbe pensare, la cristallizzazione del talco non limita la velocità di reazione. Sono stati calcolati i valori di energia di attivazione del processo E_a, e si è ottenuto per la lizardite un valore di 221 kJ/mol^{-1} mentre per l'antigorite 255 kJ/mol^{-1}. Il valore di E_a per il crisotilo è più basso (184 kJ/mol^{-1}) a conferma del fatto che questa è la fase più reattiva in temperatura tra i polimorfi del serpentino.

La microscopia elettronica SEM ha confermato i risultati delle analisi diffrattometriche ed ha permesso di riconoscere le relazioni strutturali tra le fasi originali e quelle di neoformazione. La ricristallizzazione avviene allo stato solido attraverso un fenomeno di pseudomorfosi con i cristalli di neoformazione che si formano direttamente sulla matrice originale fibrosa (Fig. 5). Tale fenomeno è già stato descritto in dettaglio da Gualtieri *et al*. (2008b).

In Fig. 6 viene mostrata un'immagine TEM del crisotilo trattato a 1023 K dove ancora una volta appare evidente il fenomeno di pseudomorfosi. La natura dei cristalli di neoformazione di forsterite è confermata dallo spettro di diffrazione elettronica.

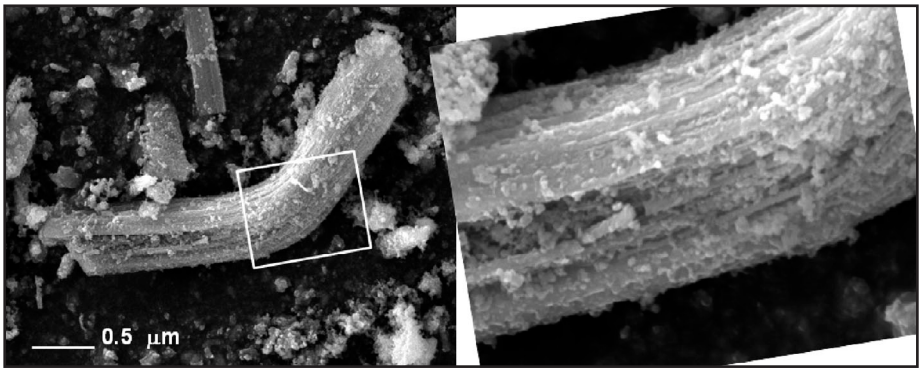

Fig. 5 – Pseudomorfosi di forsterite ed enstatite su crisotilo osservata con microscopia elettronica

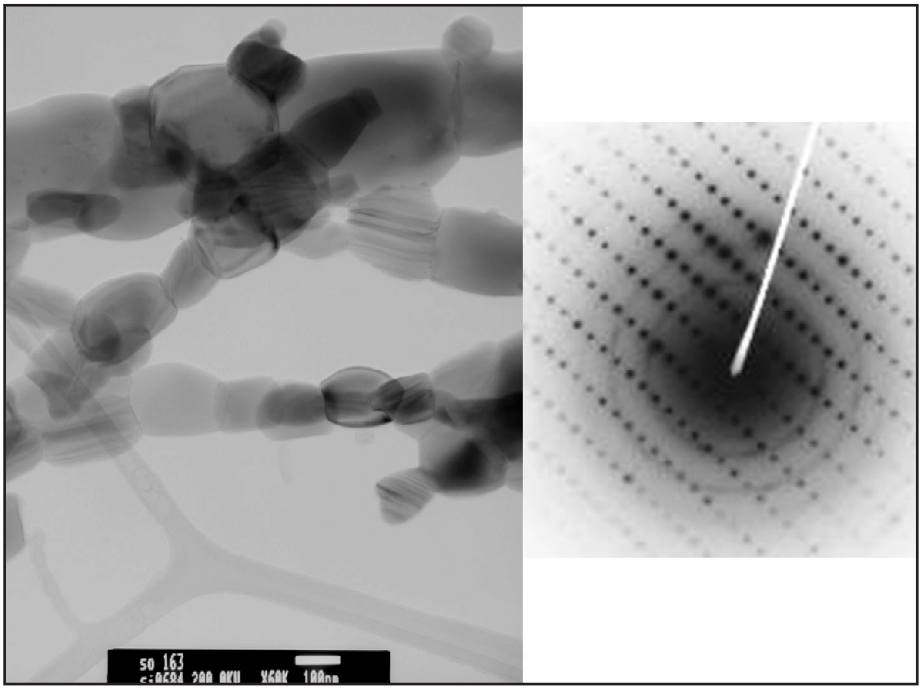

Fig. 6 – Fibre di crisotilo che presentano ricristallizzazione (pseudomorfosi) di forsterite al microscopio elettronico (TEM) e relativo spettro di diffrazione

Riassumendo si può dire che gli esperimenti combinati di XRPD e microscopia elettronica e lo studio delle cinetiche di reazione effettuati sui tre serpentini ha permesso di confermare l'avvenuta trasformazione di crisotilo, lizardite, antigorite nell'intervallo di temperatura compreso tra 1023 K e 1073 K, con la formazione di minerali stabili. Questo ha notevoli implicazioni perché fornisce un'ulteriore conferma circa la possibilità di trasformare termicamente i materiali contenenti amianto (ACM) per produrre materie prime riciclabili in diversi manufatti industriali.

A differenza di quanto accade per il crisotilo, la trasformazione serpentino → forsterite per la lizardite e antigorite passa attraverso la formazione di una fase metastabile intermedia tipo talco.

I parametri cinetici calcolati, hanno permesso di osservare differenze nelle modalità di trasformazione tra i vari polimorfi. Per la lizardite e l'antigorite viene proposto un modello con diffusione bidimensionale delle molecole di acqua o ossidrili attraverso la zona di interstrato. Per il crisotilo, invece, la diffusione è mono-dimensionale (Cattaneo *et al*., 2003).

4. Conclusioni

La frase di Plinio il Vecchio circa la capacità dell'amianto di resistere al fuoco "*Amiantus alumini similis nihil ignit deperit: hic veneficiis resistit omnibus, privatim magorum*" si è tramandata sino ad oggi e ha fatto credere che virtualmente le fibre di amianto fossero indistruttibili anche se sottoposte a trattamento termico. La resistenza al fuoco va intesa come incombustibilità cioè come capacità di non bruciare e non emettere fumo (definito come insieme visibile di particelle solide e/o liquide in sospensione nell'aria risultanti da una combustione incompleta in condizioni definite) e non la capacità di non subire trasformazioni chimico-fisiche a seguito di trattamento termico. L'amianto bianco o crisotilo in realtà può essere classificato come materiale refrattario perché se sottoposto ad un ciclo termico superiore a 700 °C si trasforma, attraverso una reazione allo stato solido, nelle fasi refrattarie forsterite ed enstatite. L'unico volatile prodotto dalla reazione di deossidrilazione è il vapore acqueo. Dato che la reazione allo stato solido avviene attraverso un processo definito pseudomorfosi, macroscopicamente il materiale mantiene immutata la sua forma mentre a livello microstrutturale e molecolare subisce profonde modificazioni. La conoscenza profonda di questi processi è utilissima in vari campi scientifici ed applicativi e si potrebbe rivelare strategica per la soluzione del problema amianto. I rifiuti contenenti amianto invece di essere interrati in discarica potrebbero venire trattati termicamente per produrre materiali refrattari riciclabili per varie applicazioni industriali. Siamo certi che questa elegante soluzione susciterebbe l'ammirazione anche di Plinio il Vecchio…

Ringraziamenti

A dieci anni dalla sua scomparsa, dedico questo lavoro al compianto Prof. Mario Bertolani (05.12.1915–19.06.2001), già socio della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena fin dal 1942, presidente della stessa nel periodo 1958-61, membro del Consiglio Direttivo per altri mandati e infine socio onorario per i suoi numerosi meriti scientifici. Esattamente venti anni fa, fu lui ad iniziarmi allo studio degli amianti, trasmettendomi entusiasmo, spirito critico e senso pratico, qualità che ho cercato di fare mie e di non soffocare mai durante l'attività di ricerca.

Alessandro Gualtieri

Bibliografia

BAMFORD C.H. & TIPPER C.F.H., 1980 – *Comprehensive chemical kinetics*. Cap. **22**, pp. 41–113, Elsevier, New York.

BIANCHI S.W., 1988 – *Hydrous phyllosilicates*. Reviews in Mineralogy, **19**, Mineralogical Society of America, BookCrafters Inc., Chelsea, Michigan.

CATTANEO A., GUALTIERI A.F. & ARTIOLI G., 2003 – *Kinetic study of the dehydroxylation of chrysotile asbestos with temperature by in situ XRPD*. Physics and Chemistry of Minerals, Vol. **30**(3), pp. 177-183.

D'ORSI F., 2007 – *L'Amianto valutazione, controllo, bonifica*. EPC Libri, 415 pp.

GUALTIERI A.F. & TARTAGLIA A., 2000 – *Thermal decomposition of asbestos and recycling in traditional ceramics*. Journal of the European Cer. Soc., **20**, pp. 1409-1418.

GUALTIERI A.F., CAVENATI C., ZANATTO I., MELONI M., ELMI G. & LASSINANTTI GUALTIERI M., 2008a – *The transformation sequence of cement–asbestos slates up to 1200 °C and safe recycling of the reaction product in stoneware tile mixtures*. Journal of Hazardous Materials, **152**(2), pp. 563–570.

GUALTIERI A.F., LASSINANTTI GUALTIERI M. & TONELLI M., 2008b – *In situ ESEM study of the thermal decomposition of chrysotile asbestos in view of safe recycling of the transformation product*. Journal of Hazardous Materials, **156**, pp. 260-266.

LARSON A.C. & VON DREELE R.B., 1999 – *Generalized Structure Analysis System*. Los Alamos Nat. Lab., New Mexico, LAUR, pp. 86-748.

PLINIO IL VECCHIO (77-79 d.C.) – *Naturalis Historiae*. Libro XXXVI-139.

SKINNER H.C.W., ROSS M. & FRONDEL C., 1988 – *Asbestos and other fiberous materials*. Oxford University Press, New York.

TOBY B.H., 2001 – *EXPGUI, a graphical user interface for GSAS*. Journal of Applied Crystallography, **34**, pp. 210-213.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Elio Passaglia[1], **Gabriele Contini**[1]

Zeolitite italiana a chabasite nella rimozione di NH_4 da refluo naturale

Riassunto

Un refluo prodotto da acqua piovana incidente su un piazzale adibito alla raccolta differenziata e a contenuto in NH_4 (67 mg/l) superiore a quello consentito (30 mg/l) per lo smaltimento ambientale diretto, è stato trattato con zeolitite a chabasite italiana ad elevata capacità di scambio cationico con il metodo "dinamico"consistente nella sua percolazione attraverso una colonna costituita da 100 g di zeolitite in granulometria 0,2-0,71 mm con portata di 1 litro ogni 45 minuti finché il contenuto in NH_4 in uscita è risultato simile a quello in entrata ("esaurimento"). La zeolitite "esaurita"è stata "rigenerata" mediante lenta percolazione (~ 4 h) di 1 litro di soluzione 1N di NaCl e quindi ripercolata dal refluo sino ad "esaurimento". Allo stato naturale, la zeolitite è risultata "esaurita" dopo percolazione di 15 l di refluo la cui concentrazione in NH_4 (38,4 mg/l) è fortemente ridotta rispetto a quella del refluo tal quale. Dopo "rigenerazione", la zeolitite in forma Na è "esaurita" dopo trattamento di 14 l di refluo la cui concentrazione in NH_4 (11,5 mg/l) è decisamente inferiore a quella richiesta per lo smaltimento diretto nel sistema idrologico. Poiché in un sistema operativo continuo tutti i cicli di trattamento (teoricamente infiniti), ad eccezione del primo, utilizzano zeolitite in forma Na, la potenzialità depurativa di 100 g di zeolitite è quella che consente di smaltire, nell'osservanza delle attuali normative di legge, 14 l di refluo trattato.

Abstract

Effluent produced by rainwater falling on an area used for waste separation, with NH_4 content (67 mg/l) higher than permitted for direct environmental disposal (30 mg/l), was treated with Italian chabazite-rich zeolitite, characterized by high cationic exchange capacity via the "dynamic" method. According to this method, the effluent is percolated through a column made of 100 g of zeolitite (particle size 0.2-0.71 mm) with a flow of 1 litre every 45 minutes, until the outgoing NH_4 content is comparable to the incoming NH_4 content ("exhaustion"). The "exhausted" zeolitite is then "regenerated" by slow percolation (~ 4 h) of 1 litre of 1N NaCl solution, and leached again by the effluent until "exhaustion". Natural zeolitite results to be "exhausted" after percolation of 15 l of effluent, whose NH_4 content (38.4 mg/l) is strongly reduced compared with untreated effluent. After "regeneration", the zeolitite in the Na-form is "exhausted" after treatment of 14 l of effluent, whose NH_4 content (11.5 mg/l) is remarkably lower than required for direct disposal in the hydrological system. Since, in a

[1] Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, 41121 Modena, e-mail: elio.passaglia@unimore.it

continuous operative system, all the treatment cycles (theoretically infinite), with the exception of the first one, use zeolitite in the Na-form, the purifying potential of 100 g of zeolitite allows direct disposal of 14 l of effluent treated in compliance with the regulations in force.

Parole chiave: *refluo naturale, zeolite, zeolitite, capacità di scambio cationico, rimozione di NH_4*

Key words: *Effluent, zeolite, zeolitite, cation exchange capacity, NH_4 removal*

1. Premessa

Le zeoliti sono una famiglia di minerali costituita da 52 specie diverse appartenti alla sottoclasse dei tettosilicati unitamente ai feldspati, feldspatoidi e minerali della silice da cui differiscono strutturalmente per l'elevato grado di "non compattezza" o di "apertura" con conseguente presenza di ampie cavità comunicanti tra loro e con l'esterno dei cristalli tramite finestre o canali di dimensioni molecolari (Armbruster & Gunter, 2001). Dal punto di vista chimico, le zeoliti sono allumino-silicati idrati di elementi alcalini e/o alcalino-terrosi la cui cristallochimica è tale da conferire a questi minerali univoche proprietà chimico-fisiche (Passaglia & Sheppard, 2001): disidratazione reversibile, elevata e selettiva capacità di adsorbimento molecolare, comportamento catalitico, elevata e selettiva capacità di scambio cationico (CSC da 2 a 5 meq/g).

In conformità alla prassi petrografica, rocce a prevalente contenuto in zeolite (>50%) sono definibili "zeolititi". Rappresentate da rocce piroclastiche (essenzialmente tufi e ignimbriti) diagenizzate, le zeolititi contengono cristalli submicroscopici di zeolite uniformemente distribuiti nella roccia e subordinate quantità di altre fasi silicatiche (quarzo, feldspato, pirosseno, mica) e vetro vulcanico più o meno alterato (palagonitizzato). Genericamente ed impropriamente note con i termini di "zeoliti naturali", "zeoliti sedimentarie", "rocce ricche in zeolite", "tufi ricchi in zeolite", le zeolititi posseggono peculiari proprietà chimico-fisiche: per il loro contenuto in zeolite, capacità di scambio cationico elevata e selettiva (CSC da 1 a 2,5 meq/g), disidratazione reversibile, criptoporosità strutturale; per la loro natura litologica (micro e macro porosità tessiturale, consistenza litoide), elevata ritenzione idrica, discreta resistenza meccanica, permeabilità e bassa densità. Le proprietà zeolitiche dipendono dal tipo e dalla concentrazione (%) di zeolite presente nella roccia, le altre proprietà dalla natura (tufo, tufite, ignimbrite) e dal processo diagenetico (sistema idrologico "aperto", "chiuso", geoautoclave) subito dalla roccia vulcanica.

Sebbene le "zeoliti sedimentarie" siano rappresentate da una discreta varietà di specie mineralogiche: (analcime, laumontite, clinoptilolite, heulandite, mordenite, gonnardite, chabasite e phillipsite), ai fini applicativi sono utilizzabili esclusivamente quelle a prevalente contenuto in fasi zeolitiche dotate di importanti proprietà tecnologiche (clinoptilolite, chabasite, mordenite, phillipsite) ed appartenenti a formazioni geologiche di elevata estensione e spessore e quindi di grande potenzialità estrattiva.

L'attuale panorama mondiale (Sheppard, 1976; Gottardi & Obradovic, 1978; Minato, 1988) mostra una grandissima disponibilità di zeolititi a clinoptilolite in diverse nazioni europee (Bulgaria, Grecia, Repubblica Ceca, Slovacchia, Ungheria, Polonia, Romania, ex-URSS, Turchia, ex-Jugoslavia) ed extra-europee (USA, Sud Africa, Cina, Giappone, Corea, Nuova Zelanda, Cuba, Messico, Australia) ed in misura minore di zeolititi a mordenite (principalmente Giappone).

Per quanto riguarda le zeolititi a chabasite e a phillipsite, l'Italia ne detiene, se non l'esclusiva, sicuramente la più importante disponibilità (Passaglia & Vezzalini, 1985; De Gennaro & Franco, 1988; De Gennaro *et al*., 1990; Passaglia *et al*., 1990) anche se, tra le numerose formazioni zeolitizzate presenti, solo l'ignimbrite fonolitico-tefritica laziale e l'ignimbrite trachitica campana per la chabasite ed il tufo giallo napoletano per la phillipsite sono in grado di soddisfare tutte le esigenze industriali (elevato e pressoché costante contenuto zeolitico, enorme potenzialità estrattiva, presenza di cave attive).

Per l'enorme potenzialità estrattiva a costi limitati, le zeolititi trovano largo impiego in settori applicativi (edilizia, industria della carta, purificazione di gas naturali, depurazione di reflui industriali, civili e zootecnici, nutrizione animale, agricoltura e floricoltura) che richiedono grandi quantità di materiale zeolitico non necessariamente ad elevato e costante grado di purezza ma a costo commerciale contenuto (Torii, 1978; Barbarick & Pirela, 1984; Mumpton, 1984; Bernal *et al*., 1993; Chelishchev, 1995; Allen & Ming, 1995; Passaglia *et al.*, 1995, 2005; Volterrani *et al.*, 1999; Colella *et al.*, 2001; Kalló, 2001; Ming & Allen, 2001; Passaglia & Marchi, 2002; Passaglia, 2004).

Per quanto riguarda specificamente la depurazione di reflui industriali, civili e zootecnici, numerose sperimentazioni di laboratorio e il consolidato utilizzo in impianti industriali hanno dimostrato un'elevata capacità di rimozione selettiva di NH_4 da parte delle zeolititi nel trattamento di: acqua ad uso potabile (Hlavay *et al.*, 1988), di scarico urbano (Ciambelli *et al.,* 1985; Svetich, 1993; Kalló, 1995; Liberti *et. al.*, 1995; Passaglia *et al.*, 1997) e da depuratore biologico (Passaglia & Bertoni, 1991; Passaglia & Simonini., 1995); liquame suinicolo (Nishimura, 1973; Passaglia & Bertoni, 1991;

Andrews *et al*., 1993; Passaglia & Azzolini, 1994; Passaglia *et al.*, 1999a,b); percolato da discarica di rifiuti solidi urbani (Passaglia & Simonini, 1995; Passaglia *et al.*, 1998, 1999a,b); refluo da industria di saponi e detergenti (Torii, 1978), conciaria (Colella & Aiello, 1988), di macellazione (Passaglia *et al.,* 1999a) e ittica (Passaglia *et al.,* 1999b); acqua di ricircolo di allevamenti ittici (Ciambelli *et al.*, 1984; Colella *et al.*, 1984; Bergero *et al.*, 1991) e del trasporto di salmonidi (Bergero *et al.*, 1993).

2. Motivazione e scopo della ricerca

Lo smaltimento dei reflui civili ed industriali a contenuto in N- ammoniacale superiore a quello consentito dall'allegato 5 del Decreto Legislativo 152/2006 (15 mg/l per scarico in acque superficiali, 30 mg/l per scarico in pubblica fognatura) rappresenta un serio problema ambientale ed economico in quanto richiede un preventivo trattamento in appropriati impianti di depurazione secondo un processo biologico di nitrificazione-denitrificazione.

La ricerca oggetto del presente lavoro è stata effettuata allo scopo di valutare l'efficienza di una zeolitite italiana nel trattamento di depurazione (riduzione del contenuto in NH_4) di acque di prima pioggia incidenti su un piazzale esterno adibito alla raccolta differenziata in provincia di Ravenna, refluo che per il contenuto in NH_4 superiore a 30 mg/l richiede uno specifico trattamento prima dello smaltimento ambientale.

3. Materiali e metodi

La zeolitite utilizzata nel trattamento del refluo è a prevalente contenuto in chabasite e proviene da una cava attiva situata nei pressi di Sorano (GR). La caratterizzazione della zeolitite è consistita in:

1) analisi mineralogica qualitativa mediante diffrattometro per polveri Philips con determinazione del contenuto in zeolite (chabasite e philipsite) basata sull'intesità relativa dei picchi di diffrazione rispetto a standards di riferimento;

2) capacità di scambio cationico (CSC in meq/g) con la metodologia descritta in Gualtieri *et al.* (1999) che prevede una lenta eluizione (circa 1 l/h) di 2 g di zeolitite in granulometria 0,20-0,125 mm posti in un *gooch* a porosità P2 con soluzione 1N di NH_4 ottenuta con acqua deionizzata e sale "suprapuro" di NH_4Cl. Ogni litro di eluato viene analizzato mediante

Spettrofotometro ad Assorbimento Atomico (AAS) per il suo contenuto in Ca, Mg, Na, K. L'eluizione continua sino a quando la concentrazione dei singoli cationi non risulta inferiore a 0,5 mg/l corrispondente ad un contenuto inferiore a 0,10 mg/g.

Il refluo, fornito da HYDRO ITALIA s.r.l. di Medicina (BO), è stato trattato secondo il metodo "dinamico" o "in colonna" consistente nella sua percolazione attraverso una colonna di zeolitite e campionatura ogni litro di percolato.

A tal scopo è stata costruita una colonna di scambio inserendo in un tubo di vetro (Ø = 3,0 cm) 100 g di zeolitite in granulometria 0,2-0,71 mm.

Il letto zeolitico è risultato di altezza uguale a 19 cm con densità apparente di 0,74 g/cm^3.

Attraverso il letto zeolitico è stato fatto percolare il refluo con portata di 1 litro ogni 45 minuti sinchè il contenuto in NH_4 in uscita dalla colonna è risultato simile a quello in entrata ("esaurimento della zeolitite").

Una volta "esaurita", la zeolitite è stata "rigenerata" mediante lenta percolazione (~4 h) di 1 litro di soluzione 1N di Na ottenuta da acqua potabile addizionata con 58,45 g di NaCl.

Attraverso la zeolitite in forma Na ("rigenerata") è stato quindi fatto percolare il refluo (1 litro/45') sino ad "esaurimento".

Ogni litro di percolato è stato analizzato per il suo contenuto in NH_4 mediante analizzatore ionico (Orion Research 901) ed in Na, K, Ca, Mg mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico (AAS) Perkin Elmer mod. 303.

Il contenuto in elementi maggiori e minori della zeolitite allo stato naturale e di quella "esaurita" al termine della sperimentazione è stato determinato mediante Fluorescenza a raggi X (XRF) con apparecchiatura PHILIPS PW 1480 e normalizzazione a 100% con le perdite misurate mediante analisi termoponderale (TG) nell'intervallo tra 25 e 800 °C mediante analizzatore SEIKO operante in aria con incremento di temperatura di 10 °C al minuto.

4. Risultati

4.1 Zeolitite

L'analisi mineralogica ha rivelato la presenza di chabasite, phillipsite, analcime, sanidino, mica e augite.

Il contenuto zeolitico è risultato del 70% ± 5% di cui 65% ± 3% dovuto a chabasite e 5% ± 2% a phillipsite.

La capacità di scambio cationico (CSC) è risultata di 2,02 meq/g di cui 1,45 dovuti al Ca, 0,01 al Mg, 0,06 al Na e 0,50 al K.

4.2 Trattamento del refluo con zeolitite allo stato naturale

Le concentrazioni (mg/l) cationiche del refluo tal quale in ingresso nella colonna (IN) e dei singoli successivi litri percolati (1, 2, 3..) sono riportate nella Tab. 1 e rappresentate nei diagrammi di Fig. 1.

Refluo	**NH_4** (mg/l)	**Na** (mg/l)	**K** (mg/l)	**Ca** (mg/l)	**Mg** (mg/l)
IN	**67**	**154**	**92**	**380**	**20**
1	1	163	145	390	30
2	2	160	168	400	20
3	12	155	167	370	20
4	21	153	160	390	20
5	27	152	162	380	20
6	32	145	138	390	20
7	40	155	135	400	20
8	46	153	123	390	20
9	51	148	120	390	20
10	55	162	118	390	20
11	51	153	93	410	20
12	56	157	90	410	20
13	59	160	95	400	20
14	61	153	85	380	20
15	62	155	93	390	20

Tab. 1 – Concentrazione cationica (mg/l) del refluo prima (IN) e dopo (litri) percolazione attraverso la zeolitite allo stato naturale

Tab. 1 – Cation contents (mg/l) of the effluent before (IN) and after (liters) percolation through the natural zeolitite

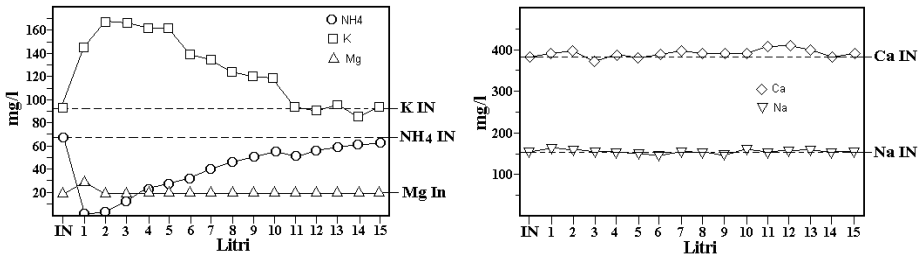

Fig. 1 – Contenuto (mg/l) in NH_4, Na, K, Ca e Mg del refluo prima (IN) e dopo percolazione attraverso la zeolitite allo stato naturale (dati di Tab. 1)

Fig. 1 – NH_4, Na, K, Ca e Mg contents (mg/l) of the effluent before (IN) and after percolation through the natural zeolitite (data from Tab. 1)

Nella Tab. 2 sono riportate:

- le quantità totali (mg) di NH_4, Na, K, Ca, Mg dei 15 l di refluo immessi nella colonna di scambio (IN) e le corrispondenti quantità totali negli stessi 15 l di refluo dopo percolazione (OUT) attraverso il letto zeolitico;
- la concentrazione cationica (mg/l) del refluo non trattato (IN) e quella media dei 15 l di refluo trattato (OUT);
- l'efficienza operativa dello scambio cationico esercitata da ogni g di zeolitite sia sotto forma di mg che di meq di cationi rimossi (CSC operativa).

	NH_4	**K**	**Na**	**Ca**	**Mg**
IN (mg)	1005	1380	2310	5700	300
OUT (mg)	576	1892	2324	5880	310
IN - OUT (mg)	- 429	+ 512	+ 14	+ 180	+ 10
IN (mg/l)	67	92	154	380	20
OUT (mg/l)	38,4	34,1	154,9	392	20,7
mg/g	- 4,29	+ 5,12	+ 0,14	+ 1,80	+ 0,10
meq/g	- 0,24	+ 0,13	+ 0,01	+ 0,09	+ 0,01

Tab. 2 – Confronto del contenuto in cationi scambiabili del refluo prima (IN) e dopo (OUT) trattamento in colonna con zeolitite allo stato naturale (vedi testo)

Tab. 2 – Exchangeable-cation contents of the effluent before (IN) and after (OUT) treatment in column with natural zeolitite (see text)

Dai dati della Tab. 2 si evidenzia che la rimozione di NH_4 dal refluo si realizza con cessione prevalentemente di K e Ca ed in misura molto subordinata di Na e Mg.

Tenendo presente che il letto zeolitico era costituito da 100 g di zeolitite e che sono stati fatti percolare 15 l di refluo sino ad "esaurimento" della zeolitite, il bilanciamento dello scambio cationico, espresso in meq/g, è risultato perfetto in quanto:

$$\mathbf{+ 0{,}24\ (K + Na + Ca + Mg) - 0{,}24\ (NH_4) = 0{,}00}$$

Le concentrazioni cationiche (mg/l) del refluo prima (IN) e dopo (OUT) la percolazione attraverso la colonna zeolitica sino ad "esaurimento" della stessa (15 l) sono confrontate nell'istogramma di Fig. 2.

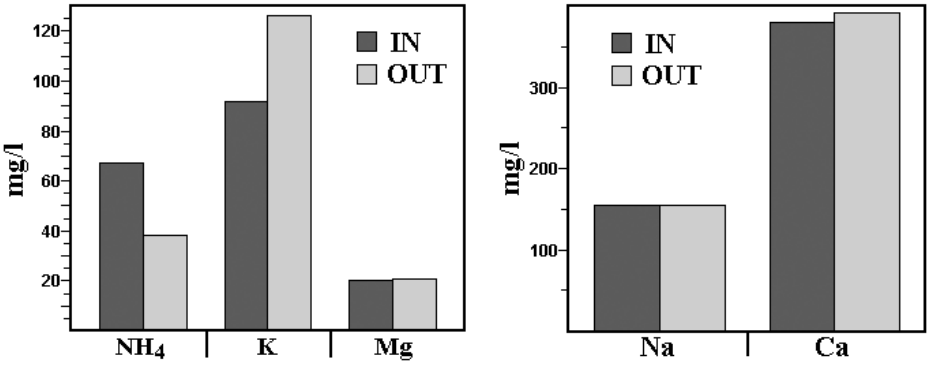

Fig. 2 – Concentrazione cationica (mg/l) del refluo prima (IN) e dopo (OUT) il trattamento con zeolitite allo stato naturale (dati di Tab. 2)

Fig. 2 – Cation contents (mg/l) of the effluent before (IN) and after (OUT) treatment with natural zeolitite (data from Tab. 2)

4.3 Rigenerazione del letto zeolitico

La rigenerazione del letto zeolitico "esaurito" effettuata con 1 litro di soluzione 1N di Na ha comportato la presenza di un percolato il cui contenuto cationico rispetto alla soluzione rigeneratrice è risultato fortemente arricchito in NH_4, K e Ca e impoverito in Na (Tab. 3 e Fig. 3).

Cationi	**IN** (mg/l)	**OUT** (mg/l)
NH_4	-	332
Na	22995	18250
K	2,2	840
Ca	150	1400
Mg	10	20

Tab. 3 – Contenuto cationico (mg/l) della soluzione rigeneratrice prima (IN) e dopo percolazione attraverso il letto zeolitico "esaurito" (OUT)

Tab. 3 – Cation contents (mg/l) of the regenerating solution before (IN) and after (OUT) percolation through "exhausted" zeolitite

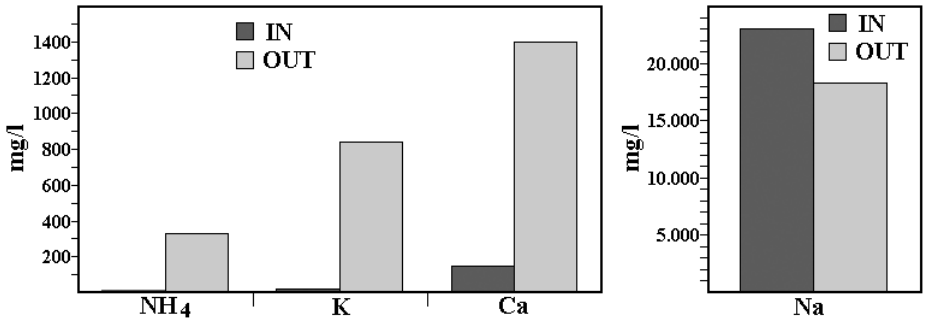

Fig. 3 – Concentrazione cationica (mg/l) della soluzione rigeneratrice prima (IN) e dopo (OUT) il trattamento con zeolitite allo stato naturale (dati di Tab. 3)

Fig. 3 – Cation contents (mg/l) of the regenerating solution before (IN) and after (OUT) percolation through "exhausted" zeolitite (data from Tab. 3)

4.4 Trattamento del refluo con zeolitite "rigenerata"

Il letto zeolitico in forma Na ("rigenerato") è risultato "esaurito" dopo percolazione di 14 l di refluo.

Le concentrazioni (mg/l) cationiche del refluo in ingresso nella colonna (IN) e dei singoli successivi litri percolati (1, 2, 3…) sono riportate in Tab. 4 e rappresentate graficamente nei diagrammi di Fig. 4.

Refluo	NH_4 (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
IN	**67**	**154**	**92**	**380**	**20**
1	3	1.000	32	490	20
2	< 1	500	9	270	20
3	< 1	360	7	380	20
4	< 1	370	8	380	20
5	< 1	360	7	400	20
6	< 1	345	8	420	20
7	< 1	340	7	410	20
8	< 1	335	7	430	20
9	< 1	330	7	410	20
10	3	325	7	450	20
11	10	310	13	450	20
12	25	300	14	460	20
13	44	300	20	410	20
14	72	260	26	420	20

Tab. 4 – Concentrazione cationica (mg/l) del refluo in entrata (IN) e dei singoli litri percolati attraverso la zeolitite in forma Na ("rigenerata")

Tab. 4 – Cation contents (mg/l) of the effluent before (IN) and after (liters) percolation through the zeolitite in the Na-form ("regenerated")

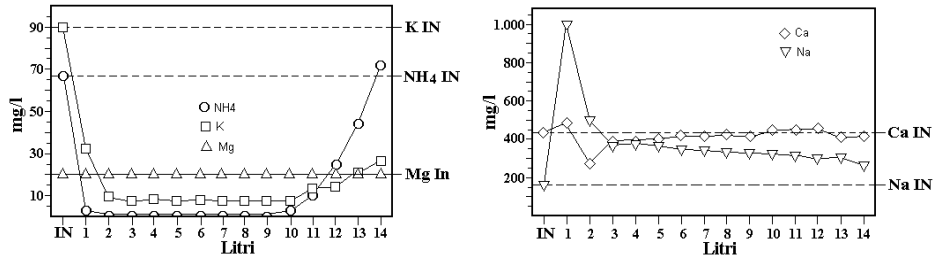

Fig. 4 – Contenuto (mg/l) in NH_4, Na, K, Ca e Mg del refluo prima (IN) e dei singoli litri percolati attraverso la zeolitite in forma Na ("rigenerata") (dati di Tab. 4)

Fig. 4 – NH_4, Na, K, Ca e Mg contents (mg/l) of the effluent before (IN) and after percolation through the zeolitite in the Na-form ("regenerated") (data from Tab. 4)

Nella Tab. 5 vengono riportate:

- le quantità totali (mg) di NH_4, Na, K, Ca, Mg dei 14 l di refluo immessi nella colonna di scambio (IN) e le corrispondenti quantità totali negli stessi 14 l di refluo dopo percolazione (OUT) attraverso il letto zeolitico in forma Na ("rigenerato");
- la concentrazione cationica (mg/l) del refluo non trattato (IN) e quella media dei 14 l di refluo trattato (OUT);
- l'efficienza operativa dello scambio cationico esercitata da ogni g di zeolitite sia sotto forma di mg che di meq di cationi rimossi (CSC operativa).

	NH_4	**K**	**Na**	**Ca**	**Mg**
IN (mg)	938	1288	2156	5320	280
OUT (mg)	161	172	5435	5780	280
IN - OUT (mg)	- 777	- 1116	+ 3279	+ 460	0
IN (mg/l)	67	92	154	380	20
OUT (mg/l)	11,5	12,3	388,2	412,8	20
mg/g	- 7,77	- 11,16	+ 32,8	+ 4,60	0
meq/g	- 0,43	- 0,29	+ 1,43	- 0,23	0

Tab. 5 – Confronto del contenuto in cationi scambiabili del refluo prima (IN) e dopo (OUT) trattamento in colonna con zeolitite in forma Na ("rigenerato") (vedi testo)
Tab. 5 – Exchangeable- cation contents of the effluent before (IN) and after treatment in column with zeolitite in the Na-form ("regenerated") (see text)

Dai dati della Tab. 5 si evidenzia che la rimozione di NH_4 dal refluo si realizza con cessione prevalentemente di Na ed in misura molto subordinata di Ca.

Tenendo presente che il letto zeolitico era costituito da 100 g di zeolitite e che sono stati fatti percolare 14 l di refluo tal quale sino ad "esaurimento" della zeolitite, il bilanciamento dello scambio cationico, espresso in meq/g, è risultato:

$$\mathbf{+ 1{,}66\ (Na + Ca) - 0{,}72\ (NH_4 + K) = + 0{,}94}$$

L'elevato sbilanciamento positivo è sicuramente da attribuire all'elevata cessione di Na (1000 mg/l nel primo litro di percolato) in parte dovuta alla presenza nella colonna zeolitica di un residuo della soluzione rigeneratrice contenente 22995 mg di Na.

Le concentrazioni cationiche (mg/l) del refluo prima (IN) e dopo (OUT) la percolazione attraverso la colonna zeolitica "rigenerata" sino ad "esaurimento" della stessa (14 l) sono confrontate nell'istogramma di Fig. 5.

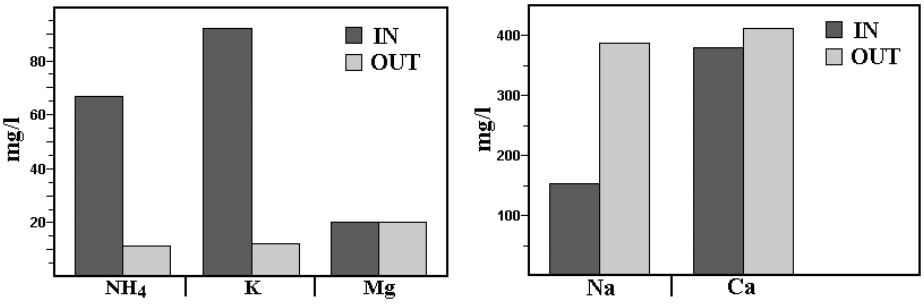

Fig. 5 – Concentrazione cationica (mg/l) del refluo prima (IN) e dopo (OUT) il trattamento con zeolitite in forma Na ("rigenerata") (dati di Tab. 5)
Fig. 5 – Cation contents (mg/l) of the effluent before (IN) and after treatment with zeolitite in the Na-form ("regenerated") (data from Tab. 5)

La presenza di NH_4 nella zeolitite al termine del suo utilizzo nel trattamento del refluo è rivelabile dal confronto dell'andamento delle curve della perdita in peso (TG) e corrispondenti derivate (DTG) dove è possibile verificare che nella zeolitite allo stato naturale (Fig. 6) la perdita totale (14,70%) data dalla sua completa disidratazione (perdità di H_2O strutturale) si realizza quasi completamente (13,93%) sino a circa 300 °C ed il rimanente 0,77% tra 300 e 800 °C.

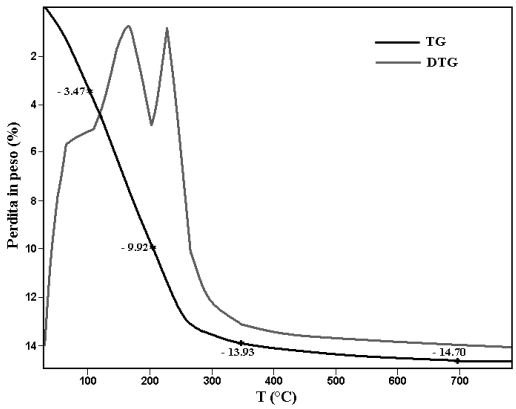

Fig. 6 – Analisi termogravimetrica (TG) e derivata (DTG) della zeolitite allo stato naturale
Fig. 6 – Thermogravimetric (TG) and derivative (DTG) analyses of the natural zeolitite

Nel caso del campione di zeolitite al termine del suo utilizzo nel trattamento del refluo (Fig. 7), la TG mostra che la perdita totale in peso (14,06%) avviene per il 12,74% sino a circa 300 °C e per il restante 1,32% tra 300 e 800 °C. La presenza nella DTG di una debole banda allargata tra 300 e 400 °C indica che la corrispondente perdita in peso (1,01%) è da attribuire alla volatilizzazione di NH_3 per dissociazione dell'NH_4.

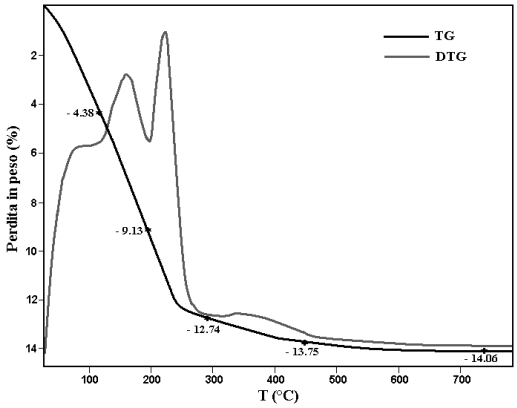

Fig. 7 – Analisi termogravimetrica (TG) e derivata (DTG) della zeolitite al termine del suo utilizzo nel trattamento del refluo
Fig. 7 – Thermogravimetric (TG) and derivative (DTG) analyses of the zeolitite after use in the effluent treatment

Nella Tab. 6 vengono confrontati i contenuti in elementi maggiori (%) e minori (ppm) della zeolitite allo stato naturale e al termine del suo utilizzo nel trattamento del refluo.

Maggiori (%)			Minori (ppm)		
Ossidi	**Naturale**	**Esaurita**	**Elementi**	**Naturale**	**Esaurita**
Na_2O	0,61	0,71	**Ni**	5	5
K_2O	5,46	5,72	**Co**	5	5
MgO	1,71	1,68	**Cr**	7	8
CaO	5,30	4,43	**V**	76	79
MnO	0,10	0,08	**Pb**	94	100
TiO_2	0,47	0,49	**As**	17	15
P_2O_5	0,16	0,16	**Zn**	62	73
Fe_2O_3	3,27	3,39	**Ce**	328	333
Al_2O_3	16,83	17,09	**Nd**	101	100
SiO_2	51,39	52,19	**La**	164	159
H_2O	14,70	14,06	**Nb**	27	26
Totale	100,00	100,00	**Y**	34	33

Tab. 6 – Contenuto in elementi maggiori (%)e minori (ppm) della zeolitite allo stato naturale e al termine dell'utilizzo nel trattamento del refluo (esaurita)

Tab. 6 – Major (%) and minor (ppm) elements content of the zeolitite before (natural) and after use in the effluent treatment (exhausted)

I dati della Tab. 6 relativi ai contenuti percentuali in cationi scambiabili (Na, K, Ca, Mg) della zeolitite allo stato naturale e al termine dell'utilizzo nel trattamento del refluo sono confrontati in Fig. 8.

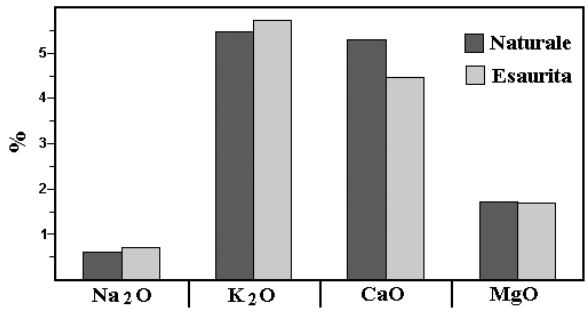

Fig. 8 – Contenuto in cationi scambiabili della zeolitite allo stato naturale ed al termine dell'utilizzo nel trattamento del refluo (esaurita) (dati di Tab. 6)

Fig. 8 – Exchangeable-cation contents of the zeolitite before (natural) and after use in the effluent treatment (exhausted) (data from Tab. 6)

Gli istogrammi della Fig. 8 mostrano che, rispetto a quella allo stato naturale, la zeolitite "esaurita" risulta arricchita in K e Na, impoverita in Ca e sostanzialmente inalterata nel suo contenuto in Mg.

Tutto ciò è in ottimo accordo con le concentrazioni cationiche (mg/l) del refluo prima (IN) e dopo (OUT) la percolazione attraverso la colonna zeolitica in forma Na ("rigenerata") sino ad "esaurimento" della stessa (14 l) dove il percolato risulta impoverito in K, arricchito in Ca ed invariato in Mg (Fig. 5). Per quanto riguarda il Na il suo leggero arricchimento nella zeolitite "esaurita" è da imputare al fatto che non tutto il Na adsorbito durante la "rigenerazione" è stato rilasciato per scambio cationico nel successivo trattamento con il refluo.

5. Considerazioni finali

I risultati della ricerca hanno evidenziato che l'efficacia depurativa del refluo preso in esame operata dalla zeolitite a chabasite italiana espressa come capacità di scambio cationico (CSC) nei riguardi dell'NH_4 (0,24 meq/g nel trattamento con zeolitite allo stato naturale e 0,43 meq/g nel trattamento con zeolitite in forma Na dopo "rigenerazione") è decisamente inferiore alla CSC misurata per la zeolitite stessa (2,02 meq/g).

Ciò è da attribuire al fatto che il refluo trattato presenta un contenuto in Na (154 mg/l), Ca (380 mg/l) e soprattutto in K (92 mg/l), catione competitivo con l'NH_4, decisamente o, nel caso del K, di poco superiore a quello dell'NH_4.

In particolare, tenendo presente che la colonna di scambio era costituita da 100 g di zeolitite e che, secondo l'attuale normativa, la concentrazione massima di NH_4 nelle acque reflue per il loro smaltimento diretto nel sistema idrologico è di 15 mg/l per scarico in acque superficiali e di 30 mg/l per scarico in pubblica fognatura, sono possibili le seguenti considerazioni:

- allo stato policationico naturale, l'efficienza della zeolitite nella rimozione di NH_4 è risultata di 0,24 meq/g ossia ogni grammo di zeolitite ha sottratto al refluo 4,29 mg di NH_4 con cessione prevalentemente di K e Ca ed in misura molto subordinata di Na e Mg.

Ad "esaurimento" della zeolitite, i 15 l di refluo trattati mostrano una concentrazione in NH_4 (38,4 mg/l) fortemente ridotta rispetto a quella del refluo tal quale (67 mg/l), ma non sufficientemente abbassata per consentirne lo smaltimento diretto.

D'altra parte, è possibile a livello operativo non arrivare al completo "esaurimento" della zeolitite limitando la quantità di refluo trattato. Ad esempio:

riducendo a 5 il numero di litri di refluo immessi nella colonna, la concentrazione in NH_4 del percolato risulterebbe di 12,6 mg/l, valore inferiore a quello richiesto per lo scarico in acque superficiali; riducendo a 10 il numero di litri di refluo immessi nella colonna, la concentrazione in NH_4 del percolato risulterebbe di 28,7 mg/l, valore inferiore a quello richiesto per lo per scarico in pubblica fognatura.

- in forma Na dopo rigenerazione con soluzione 1N di NaCl, l'efficienza della zeolitite nella rimozione di NH_4 è risultata di 0,43 meq/g ossia ogni grammo di zeolitite ha sottratto al refluo 7,77 mg di NH_4 con cessione soprattutto di Na ed, in misura subordinata di Ca.

Ad "esaurimento" della zeolitite, i 14 l di refluo trattati mostrano una concentrazione in NH_4 (11,5 mg/l) non solo fortemente ridotta rispetto a quella del refluo tal quale (67 mg/l), ma decisamente inferiore a quella richiesta per lo smaltimento diretto nel sistema idrologico.

Poiché in un sistema operativo continuo la presenza di zeolitite allo stato naturale è limitata esclusivamente al 1° ciclo, mentre tutti i successivi cicli (teoricamente infiniti) si effettuano con zeolitite in forma Na dopo "rigenerazione", la potenzialità depurativa di 100 g di zeolitite deve essere considerata quella che consente il diretto smaltimento di 14 l di refluo trattato nell'osservanza delle attuali normative di legge.

È necessario infine evidenziare il fatto che in un ipotetico impianto operativo a livello industriale ogni 14 volumi di refluo trattato, la "rigenerazione" della zeolitite comporta la presenza di 1 volume di percolato dalla colonna zeolitica, volume che per l'elevato contenuto in Na (18250 mg/l) e, soprattutto, in NH_4 (332 mg/l) necessita di un appropriato trattamento chimico-fisico prima del suo smaltimento ambientale.

Bibliografia

Allen E.R. & Ming D.W., 1995 – *Recent progress in the use of natural zeolites in agronomy and horticulture.* Natural Zeolites '93, Occurrence, Properties, Use (D.W. Ming & F.A. Mumpton, eds.), Int. Comm. Natural Zeolites, Brockport, New York, pp. 477-490.

Andrews R.D., Neumann M.R. & Nyenhius J., 1993 – *Review of swine waste management options using natural zeolites.* Zeolite '93. 4th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites. Abstract Volume, pp. 36-37.

Armbruster T. & Gunter M.E., 2001 – *Crystal structures of natural zeolites.* Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, **45** (D.L. Bish & D.W. Ming, eds.), Mineralogical Society of America, Washington, pp. 1-67.

Barbarick K.A. & Pirela H.J., 1984 – *Agronomic and horticultural uses of zeolites: a review.* Zeo-Agriculture, Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture (W.G. Pond & F.A. Mumpton, eds.), Westview Press, Boulder, Colorado, pp. 93-103.

Bergero D., Di Natale F., Forneris G. & Palmegiano G.B., 1991 – *Use of zeolitic tuffs in NH_4 removal in carp rearing under laboratory conditions.* Atti 1° Convegno Nazionale di Scienza e Tecnologia delle Zeoliti (C. Colella, ed.), De Frede, Napoli, pp. 157-162.

BERGERO D., BOCCIGNONE M., DI NATALE F., FORNERIS G., PALMEGIANO G.B. & PASSAGLIA E., 1993 – *Efficacia della filtrazione con zeolitite a phillipsite nel trasporto di salmonidi.* Rivista Italiana Acquacoltura, **28**, pp. 147-153.

BERNAL M.P., LOPEZ-REAL J.M. & SCOTT K.M., 1993 – *Application of natural zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in laboratory composting simulator.* Bioresource Technology, **43**, pp. 35-39.

CHELISHCHEV N.F., 1995 – *Use of natural zeolites at Cernobyl.* Natural Zeolites '93, Occurrence, Properties, Use (D.W. Ming & F.A. Mumpton, eds.), Int. Comm. Natural Zeolites, Brockport, New York, pp. 525-532.

CIAMBELLI P., CORBO P., LUMARE F. & PORCELLI C., 1984 – *Ammonium ion exchange with phillipsite tuff in relation to aquacultural systems.* Zeo-Agriculture, Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture (W.G. Pond & F.A. Mumpton, eds.), Westview Press, Boulder, Colorado, USA, pp. 245-252.

CIAMBELLI P., CORBO P., PORCELLI C. & RIMOLI A., 1985 – *Ammonia removal from wastewater by natural zeolites. I. Ammonium ion exchange properties of an Italian phillipsite tuff.* Zeolites, **5**, pp. 184-187.

COLELLA C & AIELLO R., 1988 – *Ammonium removal from tannery sewages by selective ion exchange using natural phillipsite.* Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, (D. Kalló & H.S. Sherry, eds.), Akademiai Kiado, Budapest, pp. 491-500.

COLELLA C., AIELLO R. & NASTRO A., 1984 – *Evaluation of phillipsite tuff for the removal of ammonia from aquacultural wastewaters*. Zeo-Agriculture, Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture (W.G. Pond & F.A. Mumpton, eds.), Westview Press, Boulder, Colorado, USA, pp. 239-244.

COLELLA C., DE GENNARO M. & AIELLO R., 2001 – *Use of zeolitic tuff in the building industry.* Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, **45** (D.L. Bish & D.W. Ming, eds.), Mineralogical Society of America, Washington, pp. 551-587.

DE GENNARO M. & FRANCO E., 1988 – *Mineralogy of Italian sedimentary phillipsite and chabasite*. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites (D. Kalló & H.S. Sherry, eds.), Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 87-97.

DE GENNARO M., PETROSINO M., CONTE M.T., MUNNO R. & COLELLA C., 1990 – *Zeolite chemistry and distribution in a Neapolitan yellow tuff deposit*. Eur. J. Mineral., **2**, pp. 779-786.

GOTTARDI G. & OBRADOVIC J., 1978 – *Sedimentary zeolites in Europe*. Fortschr. Miner., **56**, 316-366.

GUALTIERI A.F., MARCHI E. & PASSAGLIA E., 1999 – *Zeolite content and cation exchange capacity of zeolite-rich rocks*. Studies in Surface Science and Catalysis, **125**, pp. 707-713.

HLAVAY J., INCZEDY J., FOLDI-POLYAK K. & ZIMONYI M., 1988 – *Pilot plant study for removal ammonia from drinking water with natural zeolite*. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites (D. Kalló & H.S. Sherry, eds.), Akademiai Kiado, Budapest, pp. 483-490.

KALLÓ D., 1995 – *Wastewater purification in Hungary using natural zeolites.* Natural Zeolites '93, Occurrence, Properties, Use (D.W. Ming & F.A. Mumpton, eds.), International Committee on Natural Zeolites, Brockport, New York, pp. 341-350.

KALLÓ D., 2001 – *Application of natural zeolites in water and wastewater treatment*. Natural zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, Volume 45 (D.L. Bish & D.W. Ming, eds.), Mineralogical Society of America, Washington, pp. 519-550.

LIBERTI L., LOPEZ A., AMICARELLI V. & BOGHETICH G., 1995 – *Ammonium and phosphorus removal from wastewater using clinoptilolite: a review of the RIM-NUT process*. Natural Zeolites '93. Occurrence, Properties, Use. (D.W. Ming & F.A. Mumpton, eds.), International Committee on Natural Zeolites, Brockport, New York, pp. 351-362.

MINATO H., 1988 – *Occurrence and application of natural zeolites in Japan*. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites (D. Kalló & H.S. Sherry, eds.), Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 395-418.

MING D.W. & ALLEN E.R., 2001 – *Use of natural zeolites in agronomy, horticulture, and environmental soil remediation*. Natural zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry. Volume 45 (D.L. Bish & D.W. Ming, eds.), Mineralogical Society of America, Washington, pp. 619-654.

MUMPTON F.A., 1984 – *The role of natural zeolites in agriculture and aquaculture*. Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture. (W.G. Pond & F.A. Mumpton, eds.), Westview Press, Boulder, Colorado, USA, pp. 3-27.

NISHIMURA Y., 1973 – *Properties and utilization of zeolite*. Journal Clay Society of Japan, **13**, pp. 23-24.

PASSAGLIA E., 2004 – *In mangiatoia c'è spazio per le zeoliti*. Informatore Zootecnico, **18**, pp. 108-112.

PASSAGLIA E. & AZZOLINI S., 1994 – *Italian zeolitites in wastewater purification: influence of zeolite exchangeable cations on NH_4 removal from swine sewage*. Materials Engineering, **5**, pp. 343-355.

PASSAGLIA E. & BERTONI D., 1991 – *Utilizzazione di zeoliti naturali per la rimozione dello ione ammonio da acque di scarico civile e liquami zootecnici.* Quaderni NIA Ricerche, novembre 1991, pp. 128-132.

PASSAGLIA E. & MARCHI E., 2002 – *Dalle zeoliti nuove risorse per zootecnia e agricoltura*. Terra e Vita., **17**, pp. 77-79.

PASSAGLIA E. & SHEPPARD R.A., 2001 – *The crystal chemistry of zeolites*. Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, **45**, (D.L. Bish & D.W. Ming, eds.), Mineralogical Society of America, Washington, pp. 69-116.

PASSAGLIA E. & SIMONINI S., 1995 – *Contributo di zeolititi italiane nella protezione del sistema idrologico: rimozione di NH_4 da reflui civili*. Atti del 2° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi. Quaderni di Geologia Applicata, **2**, pp. 37-43.

PASSAGLIA E. & VEZZALINI G., 1985 – *Crystal chemistry of diagenetic zeolites in volcanoclastic deposits of Italy*. Contrib. Mineral. Petrol., **90**, pp. 190-198.

PASSAGLIA E., VEZZALINI G. & CARNEVALI R., 1990 – *Diagenetic chabazites and phillipsites in Italy: crystal chemistry and genesis.* Eur. J. Mineral., **2**, pp. 827-839.

PASSAGLIA E., MONTANINI A. & SIMONINI S., 1995 – *Heavy metals removal from ceramic sludge eluates by Italian zeolitites*. Proc. 3° Convegno Nazionale Scienza e Tecnologia delle Zeoliti (R. Aiello, ed.), De Rose, Cosenza, pp. 287-294.

PASSAGLIA E., MARCHI E., BARBIERI L., BEDOGNI G., TASCHINI G. & AZZOLINI P., 1997 – *Le zeoliti nel ciclo di depurazione delle acque reflue e loro successivo impiego in agricoltura*. Noi & L'Ambiente, Anno XV, nn. 52-53, pp. 56-61.

PASSAGLIA E., MARCHI E., AZZOLINI P., BARBIERI L., BEDOGNI G. & MANFREDI F., 1998 – *Zeoliti nella depurazione di percolato da discarica e loro utilizzo in floricoltura*. Noi & L'Ambiente, Anno XVI, nn. 56-57, pp. 34-37.

PASSAGLIA E., MARCHI E. & LAROCCA D., 1999a – *Removal of NH_4 from wastewaters using Italian zeolitites*. Materials Engineering, **10**, pp. 269-282.

PASSAGLIA E., MARCHI E. & DI LORENZO A., 1999b – *Proprietà tecnologiche di zeolititi italiane nella rimozione di NH_4 da reflui civili ed industriali*. Quaderni di Geologia Applicata, **6**, Bologna, pp. 35-45.

PASSAGLIA E., POPPI S., AZZOLINI P. & GUALTIERI A., 2005 – *Reduction of the Na content of irrigation waters using chabasite-rich tuff.* Studies in Surface Science and Catalysis, **158**, Elsevier Science B.V., pp. 2097-2104.

SHEPPARD R.A., 1976 – *Zeolites in sedimentary deposits of the northwestern United States. Potential industrial minerals*. Montana Bureau of Mines and Geology, Spec. Publ. **74**, pp. 69-84.

SVETICH R., 1993 – *Long-term use of clinoptilolite in the treatment of sewage at Tahoe-Truckee Sanitation Agency, Truckee, California.* Zeolite '93, 4th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Abstract Volume, pp. 197-199.

TORII K., 1978 – *Utilization of natural zeolites in Japan*. Natural Zeolites. Occurrence, Properties, Use (L.B. Sand & F.A. Mumpton, eds.), Pergamon Press, Oxford, pp. 441-450.

VOLTERRANI M., GROSSI N., GAETANI M. & MIELE S., 1999 – *L'ammendamento del substrato di radicazione USGA (United States Golf Association) con zeoliti naturali: studio della dinamica dell'azoto in un tappeto erboso di* Festuca arundinacea *Schreb*. Italus Hortus, **6**(5), pp. 15-20.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Giovanni Tosatti*, Gabriele Ghirardini*

Il ruolo della vegetazione sulla stabilità dei versanti: il caso del pendio sovrastante il seminario di Fiumalbo (Modena)

Riassunto

A seconda dell'acclività, il ruolo che la copertura vegetale può assumere in relazione alla stabilità di un pendio naturale può essere positivo o negativo. Nel presente lavoro si è valutato, tramite verifiche di stabilità di versante, il ruolo della vegetazione sulle condizioni di equilibrio di un pendio ad elevata acclività sito nel comune di Fiumalbo (MO) che, originariamente vegetato, è stato in seguito disboscato. Le analisi effettuate hanno dimostrato che la condizione più favorevole ai fini della stabilità si ottiene in presenza di vegetazione, anche se il coefficiente di sicurezza non subisce un decremento significativo a pendio denudato. Questo potrebbe essere dovuto alla particolare situazione del versante analizzato che ha un'acclività di 44°, vale a dire intermedia fra stabilità ed instabilità anche in presenza di soprassuolo maturo.

Abstract

Depending on acclivity, the role of vegetation can be either positive or negative with respect to slope stability. This paper takes into account the influence of vegetation on the stability of a steep mountain slope located in the Modena Apennines (Italy) which was subject to deforestation for timber harvesting. Slope stability analyses showed that the most favourable condition is found in the presence of tall-tree vegetation, although the factor of safety does not undergo significant decrease after deforestation. This could be explained by the particular situation of the slope studied which has an acclivity of 44°, that is intermediate between stability and instability even in the presence of a thick, fully grown vegetation cover.

Parole chiave: *stabilità di versante, vegetazione, disboscamento, Appennino settentrionale, Fiumalbo*

Key words: *slope stability, vegetation, deforestation, northern Apennines, Italy*

* Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, 41121 Modena, tel. 0592055839, e-mail: giovtos@unimore.it

1. Influenza della vegetazione sulla stabilità dei pendii

Il ruolo che il soprassuolo assume in relazione alla stabilità di un pendio è nella maggior parte dei casi positivo anche se esistono situazioni nelle quali può prevalere un effetto negativo. Per quanto riguarda gli effetti positivi, la vegetazione tende a migliorare i parametri geotecnici del terreno; in presenza di copertura boschiva si ha infatti un aumento della resistenza al taglio derivante dall'azione di contrasto esercitata dagli apparati radicali delle piante. La traspirazione svolta dagli organismi vegetali comporta inoltre una riduzione dell'acqua d'infiltrazione nei primi metri di suolo e contribuisce ad abbassare i valori delle pressioni interstiziali all'interno del terreno.

La stessa vegetazione, nei casi di elevata acclività, può però avere ripercussioni negative sulla stabilità di un pendio. L'aumento del carico sul versante provocato dal peso della biomassa di piante ad alto fusto, presenti su versanti con pendenze dell'ordine di circa 45° gradi o più, tenderebbe a favorire l'instabilità. Al carico per massa arborea si aggiunge a volte un sovraccarico dovuto all'effetto torcente del vento: raffiche di vento dell'ordine di 90 km/h possono scaricare nel terreno, tramite i fusti vegetali, momenti flettenti capaci di detensionare i primi metri di suolo.

Ellison & Coaldrake (in Gray, 1973) riportano casi nel Queensland (Australia) dove, a parità di condizioni litologiche, lungo pendii ricoperti da vegetazione arborea ed arbustiva si sono registrate maggiori velocità di *creep* che non in pendii ricoperti da sole piante erbacee. Brown & Sheu (1975) hanno approfondito il fenomeno, giungendo alla conclusione che a disboscamento avvenuto la velocità di *creep* diminuisce rispetto alla situazione vegetata, riducendosi il sovraccarico dovuto al peso della coltre arborea e a quello generato dal carico per vento. Tuttavia questa diminuzione delle lente deformazioni di versante si riscontra solo nel periodo immediatamente successivo al disboscamento, mentre in seguito si registra un aumento dell'instabilità, soprattutto nei terreni scarsamente coesivi, a causa della decomposizione del sistema radicale (O'Loughlin, 1974a; Ziemer, 1981).

Per potere valutare gli effetti sia positivi che negativi della vegetazione nei confronti della stabilità di versante, è opportuno effettuare una suddivisione tra gli aspetti di tipo fisico-meccanico sul terreno e quelli dovuti al flusso idrico all'interno del terreno stesso.

1.1 Aspetti meccanici

Per quanto riguarda gli effetti positivi di un apparato radicale ben sviluppato sulla resistenza del terreno, Endo & Tsuruta (1969), tramite prove di

taglio su campioni di terreno contenenti radici, hanno osservato percentuali molto alte di incremento di resistenza al taglio anche per bassi valori di tensione normale. Quando il terreno è soggetto a sforzi di taglio, la tensione tangenziale che si sviluppa tra particelle di terreno e superficie esterna delle radici mobilizza nel suolo una resistenza addizionale dovuta allo sviluppo di forze di trazione all'interno delle radici stesse ed il suolo, nel suo complesso, acquisisce una resistenza al taglio da due a quattro volte superiore rispetto alla resistenza di picco del terreno senza radici (Gray, 1973; Bischetti, 2000). Le profondità entro le quali il terreno risulta essere meccanicamente rinforzato dalle radici di alberi, arbusti e piante erbacee variano entro limiti abbastanza ampi (fino a circa 4 m) a seconda delle specie presenti e del tipo di substrato: l'effetto prodotto è simile ad un aumento di coesione che migliora la resistenza al taglio, e quindi il coefficiente di sicurezza del pendio stesso, nei confronti di movimenti poco profondi (Giasi, 1994).

Partendo da queste considerazioni, nel calcolo della resistenza di suoli vegetati viene aggiunto alla coesione un coefficiente attribuibile alla componente di rinforzo offerta dalle radici. La resistenza totale è allora espressa dalla seguente relazione (Endo & Tsuruta, 1969):

$$S = (c + r) + W\cos\alpha \tan\phi$$

Dove c è la coesione naturale del terreno, r è il relativo rinforzo dovuto agli apparati radicali e W la forza peso complessiva che agisce sul terreno. Le radici non sono di solito eliminate dal disboscamento ma tendono con il tempo a morire e a decomporsi.

In seguito a tale fenomeno il valore del relativo rinforzo r decresce nel tempo. Il 50% del rinforzo offerto dalle radici viene perso in un paio di anni di distanza dal disboscamento, mentre il 90% viene perso in una decina anni. Il grado di perdita di rinforzo varia rispetto al tipo di soprassuolo presente, alla dimensione delle radici e all'attività degli organismi decompositori. In particolare, la "durevolezza" delle radici è direttamente proporzionale alla loro grandezza ed estensione, che è funzione della specie vegetale e della relativa età (Endo & Tsuruta, 1969; O'Loughlin, 1974b).

Nel caso in cui la vegetazione rioccupi l'area disboscata, le nuove radici inizieranno progressivamente a rinforzare il suolo. Mediamente trascorrono 15 anni per ottenere il 50% del rinforzo esistente antecedentemente al disboscamento, e 25 anni per ristabilire il valore iniziale. In lavori successivi, altri autori (Ziemer, 1981; Preti, 2006) hanno cercato di quantificare questo incremento di resistenza al taglio giungendo alla conclusione che versanti considerati

instabili dal punto di vista prettamente geotecnico, grazie a piccoli incrementi di coesione (da 3 a 6 kPa) ascrivibili alla copertura arborea, risultano invece stabili.

Per quanto riguarda gli effetti negativi dovuti all'interazione fisico-meccanica tra suolo e vegetazione, Bishop & Stevens (in Gray, 1973) valutano che la vegetazione possa gravare sul versante con una pressione stimabile intorno a 2,45 kN/m^2. Greenwood *et al*. (2004) stimano che un'ipotetica massa dendrometrica di 1000 m^3, con peso specifico pari a 10 kN/m^3, possa comportare una diminuzione fino al 10% del coefficiente di sicurezza. Tale decremento vale per foreste mature costituite da alberi di altezza media di 14-18 m, per i quali vengono applicati sovraccarichi W compresi tra 0,5 e 3,0 kN/m^2.

Il sovraccarico è infatti l'unico elemento che, in certi casi, può svolgere un ruolo destabilizzante su un pendio vegetato: diversi autori (Gray, 1973; Greenwood *et al*., 2004; Preti & Dani, 2009) ribadiscono che il sovraccarico da coltre boschiva è da considerarsi prettamente destabilizzante solo per pendenze uguali o superiori a 45°. Al di sotto di questo valore di acclività il sovraccarico agisce come elemento stabilizzante, consolidando il versante o, comunque, fungendo da agente passivo privo di reale influenza.

Altri autori (Scheidegger, 1961; Swanston, 1969; Hsi & Nath, 1970; Brown & Sheu, 1975) hanno preso in considerazione versanti sui quali la vegetazione è esposta a forti raffiche di vento che si traducono nella trasmissione di sforzi dinamici al pendio, con considerevole *stress* meccanico al suolo a causa del momento flettente indotto: per raffiche di 90 km/h il carico aggiuntivo sul versante è stimabile intorno a 1 kPa.

1.2 Aspetti idrologici

Gli effetti dell'intercettazione dell'acqua piovana da parte della copertura vegetale sono molteplici ma fondamentalmente si esplicano nella protezione del terreno dall'erosione da impatto dell'acqua di precipitazione e nella ritenzione di un considerevole volume d'acqua da parte degli organismi vegetali (Prandini *et al*., 1977; Giasi, 1994).

Le foglie degli alberi intercettano in media dal 10 al 25% delle precipitazioni (Sternberg, 1949). La coltre vegetale inoltre limita il campo della variazione dell'umidità e della temperatura sulla superficie del terreno. Oltre all'effetto "ombrello" la vegetazione è in grado di sottrarre umidità al terreno attraverso il fenomeno della traspirazione (Fig. 1).

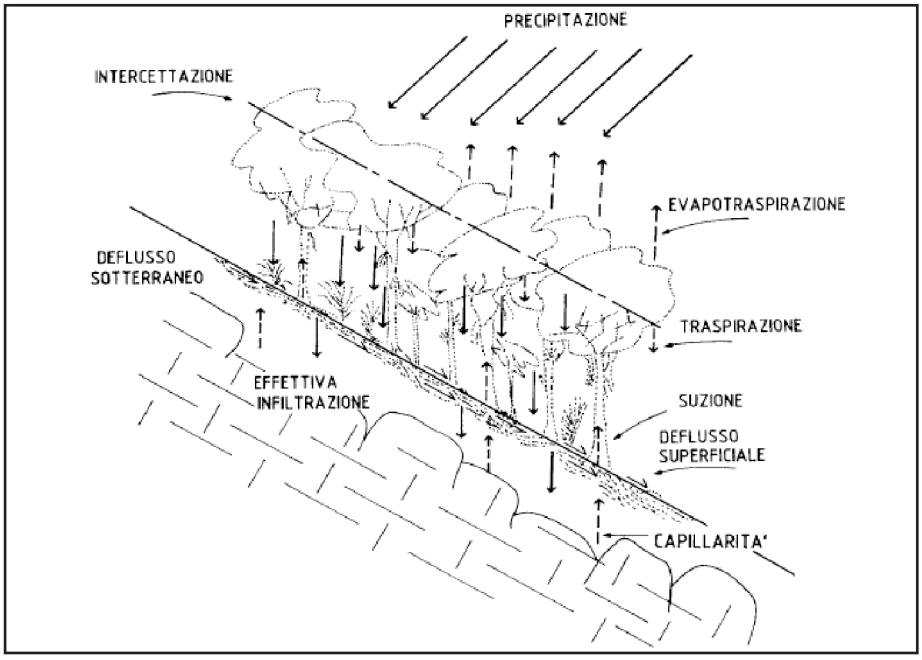

Fig. 1 – Bilancio idrologico di un pendio (da Prandini et al., 1977)
Fig. 1 – Hydrological balance of a slope (after Prandini et al., 1977)

Ove invece la copertura venisse eliminata si potrebbero avere effetti destabilizzanti dovuti alla dilatazione e contrazione del terreno conseguenti alle variazioni stagionali di temperatura e di umidità.

In assenza di coltre vegetale la saturazione d'acqua di un suolo è una delle condizioni più predisponenti alla perdita di resistenza agli sforzi di taglio. L'aumentare della pressione dell'acqua nei pori riduce il peso effettivo del terreno per effetto della sottospinta idrostatica, diminuendo la componente stabilizzante del pendio. L'interazione tra fluttuazioni della pressione interstiziale e perdita del rinforzo dell'apparato radicale è stata illustrata da Ziemer (1981): assumendo come tempo zero l'evento di disboscamento, il coefficiente di sicurezza mostra considerevoli variazioni nell'arco di tempo considerato (Fig. 2).

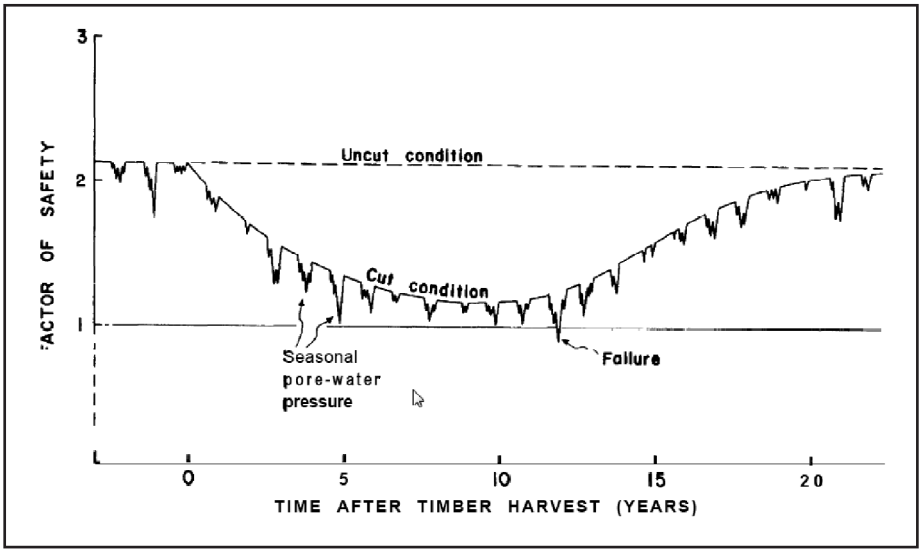

Fig. 2 – Variazione temporale del coefficiente di sicurezza di un versante soggetto a disboscamento in relazione alle fluttuazioni della pressione interstiziale nel terreno (da Ziemer, 1981)

Fig. 2 – Interaction between seasonal pore water pressure and the loss and recovery of root reinforcement and the effect on the factor of safety, by years after timber harvesting (after Ziemer, 1981)

Si può notare che, da una condizione iniziale di pre-disboscamento, il coefficiente di sicurezza diminuisce progressivamente per la perdita del rinforzo offerto dalle radici che iniziano a decomporsi. A questo andamento decrescente più o meno costante si sommano le fluttuazioni del tetto della falda all'interno del suolo. I picchi negativi del coefficiente di sicurezza sono dovuti all'effetto stagionale delle precipitazioni, che, saturando d'acqua il terreno, incrementano la pressione interstiziale, con una diminuzione della componente stabilizzante. La condizione di massima criticità viene raggiunta a circa 10 anni dal disboscamento. Da questo momento in poi il coefficiente di sicurezza torna lentamente a crescere se la copertura vegetale può reinsediarsi naturalmente (Fig. 2).

2. Inquadramento geologico-ambientale dell'area di studio

L'area indagata è ubicata nell'alto Appennino modenese (lat. 44°10'45" N, long. 10°39'00" E da Greenwich), presso il villaggio di Fiumalbo, a quote comprese tra 945 m e 1100 m s.l.m. nel bacino idrografico del Fiume Panaro (Fig. 3). L'abitato principale sorge in un'ampia valle alla confluenza del Rio

Le Motte e del Rio dell'Acquicciola, che ne delimitano il vecchio centro storico.

Dal punto di vista geologico nell'area affiorano litotipi appartenenti all'Unità tettonica Modino ed alla porzione superiore della sottostante Falda Toscana. Si tratta di potenti depositi silicoclastici torbiditici derivanti dal riempimento di un'avanfossa impostatasi sulla placca Adria durante l'Oligocene superiore, sui quali sono successivamente sovrascorse le Liguridi assieme alla sovrastante Successione epiligure. Le formazioni predominanti nella zona d'interesse sono il Macigno e le Arenarie del Monte Modino. La prima è composta da strati di arenarie torbiditiche compatte, intercalate da rari e sottili livelli pelitici. Questi litotipi raggiungono in molte zone spessori massimi di 1000 m. La formazione delle Arenarie del Monte Modino, che sovrasta geometricamente il Macigno, è invece costituita da alternanze di strati da potenti a mediamente potenti di torbiditi silicoclastiche, con spessore variabile tra 400-500 m. Entrambe queste formazioni sono riconducibili all'Oligocene superiore-Miocene inferiore. Nei pressi del centro abitato di Fiumalbo sono inoltre presenti affioramenti appartenenti alla base stratigrafica delle Arenarie del Monte Modino: le Argille di Fiumalbo (Eocene sup.-Oligocene inf.) e le Marne di Marmoreto (Oligocene sup.-Miocene inf.). Le Marne di Marmoreto sono una formazione costituita prevalentemente da marne massicce di colore grigio, intensamente fratturate. Essa mostra uno spessore massimo di circa 100 m e giace in discordanza al tetto delle sottostanti Argille di Fiumalbo. Quest'ultima formazione, nella zona di studio, mostra sia una litofacies pelitica, costituita prevalentemente da argille rosse o verdastre intercalate a sottili strati arenitici, sia una litofacies esclusivamente arenitica rappresentante il Membro di Sassolera (Bettelli *et al*., 2002).

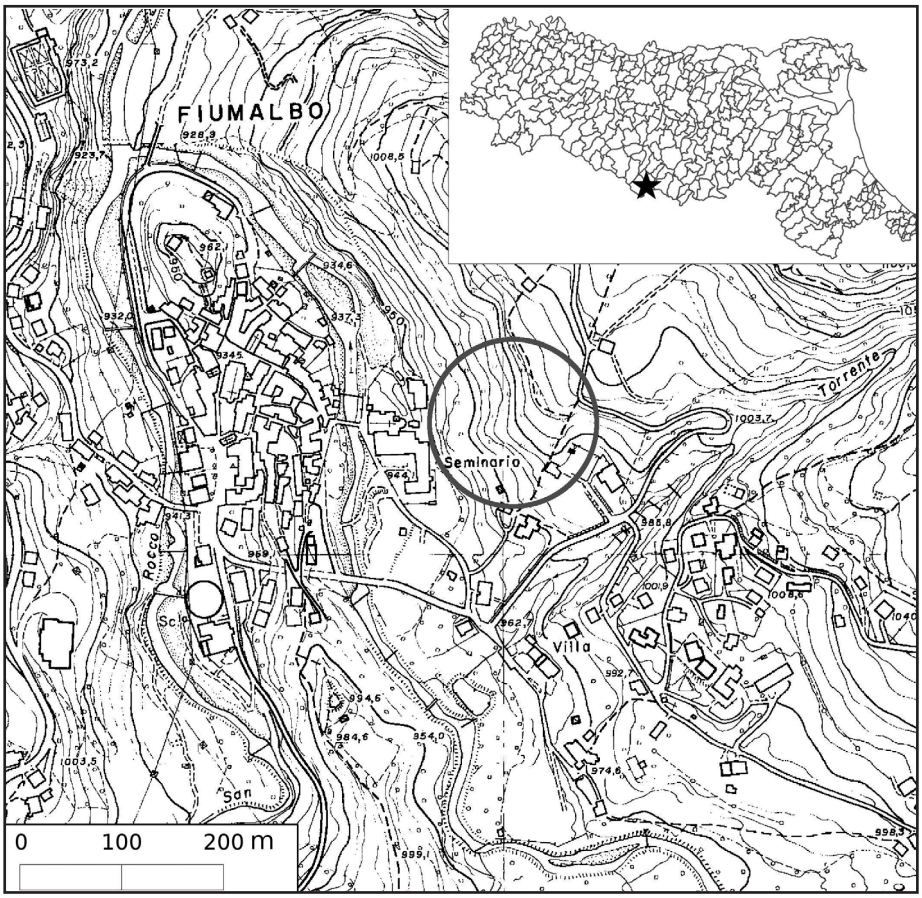

Fig. 3 – Carta topografica dell'area di Fiumalbo con evidenziato il versante studiato (da CTR n. 250.040, Regione Emilia-Romagna, scala originale 1:5.000)
Fig. 3 – Topographic map of the study area; grey circle pinpoints the slope investigated (after CTR no. 250,040, Emilia-Romagna Region, original scale 1:5,000)

Fra i depositi quaternari, si rilevano numerosi depositi di frana in gran parte quiescenti e formatisi in seguito alla combinazione di più meccanismi cinematici, ascrivibili prevalentemente alla fine della glaciazione würmiana (circa 10.000 anni B.P.), quando il *surplus* idrico reso disponibile dalle fasi di ritiro e di ablazione dei ghiacciai appenninici raggiunse il suo massimo. Lungo diversi pendii sovrastanti la zona di studio sono state evidenziate frane di tipo rotazionale, roto-traslative e complesse, associate a scivolamenti in blocco e colate (Castaldini *et al*., 2009). In quasi tutti i casi osservati non sono evidenti indizi di attività recenti.

Il versante oggetto di studio corrisponde alla parte terminale di uno di questi depositi di frana. Sulla base dei dati morfologici, il litosoma sarebbe stato originato da un antico fenomeno gravitativo riconducibile ad uno scivolamento roto-traslativo di terra e detrito (*rotational-translational earth and debris slide*, cfr. Cruden & Varnes, 1996), attualmente quiescente. Al di sotto del deposito di frana il substrato risulta costituito dal Membro di Sassolera delle Argille di Fiumalbo.

Il corpo di frana ricopre a sua volta un sistema di terrazzi, costituiti dalle unità di tipo ghiaioso risultanti dalle divagazioni e dalle incisioni dell'alveo fluviale nel corso del tempo. Sono infatti riscontrabili i litotipi appartenenti al Subsintema di Villa Verucchio (Pleistocene medio-sup.) e all'Unità di Modena (post-VI sec. d.C.), composti principalmente da depositi ghiaiosi passanti a limi di terrazzo alluvionale, con profili potenti fino a qualche metro (AA.VV., 2009).

Per quanto riguarda le caratteristiche meteo-climatiche, secondo i dati desunti dalla stazione meteorologica più vicina all'area di studio (situata nel comune di Pievepelago alla quota di 765 m s.l.m.), la temperatura media annua risulta essere di circa 8 °C, mentre la precipitazione media annua è di circa 1600 mm. Il clima continentale del versante appenninico settentrionale esercita una forte influenza sulle precipitazioni e determina un regime pluviometrico di tipo sublitoraneo.

La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e le cenosi vegetali sono distribuite entro precisi ambiti altitudinali, denominati fasce. Da questo punto di vista il territorio comunale di Fiumalbo ricade nella fascia montana caratterizzata da boschi mesofili a latifoglie decidue, con dominanza del faggio (*Fagus sylvatica*), che si interpongono fra le associazioni di boschi misti di latifoglie, con presenza diffusa, fra le specie arboree, dell'acero montano (*Acer pseudoplatanus*) e del frassino comune (*Fraxinus excelsior*) e buone potenzialità di attecchimento per l'olmo montano (*Ulmus glabra*) e l'abete bianco (*Abies alba*), quest'ultimo residuo dell'epoca post-glaciale (Ubaldi, 1980; Dallai & Del Prete, 2004). In particolare, sul versante oggetto di studio era presente, prima del disboscamento, una vegetazione arborea composta prevalentemente da acero montano e frassino comune. L'apparato radicale di queste due specie, dapprima fascicolato, tende a diventare espanso con radici robuste che penetrano in profondità nel terreno.

3. Obiettivi e metodi

Nel presente lavoro si è voluto valutare l'effetto di un disboscamento (effettuato nella primavera del 2010 allo scopo di commerciare il legname recuperato) sulla stabilità del pendio sovrastante un complesso edilizio di epoca ducale (1820), ospitante il seminario di Fiumalbo e l'annessa chiesa (Fig. 4).

Lo studio ha comportato un rilievo tramite acquisizione automatica dei dati al fine di ricostruire un modello morfometrico del versante e definire le sezioni topografiche su cui impostare le verifiche di stabilità. Sono inoltre state effettuate indagini geognostiche per determinare i parametri geotecnici del terreno e del substrato roccioso e per individuare la presenza di un eventuale piano di scivolamento, su cui si potrebbe verificare una riattivazione dell'antico deposito di frana che ricopre il pendio.

Fig. 4 – Il complesso edilizio del seminario di Fiumalbo prima del disboscamento
Fig. 4 – The seminary of Fiumalbo with annexed church before deforestation

Data l'elevata acclività del versante in oggetto (Fig. 5), si è optato per un rilievo GPS (*Global Positioning System*) che ha consentito la ricostruzione di dettaglio delle caratteristiche topografiche e geometriche del pendio.

Fig. 5 – Porzione terminale del versante poco dopo il disboscamento (maggio 2010)
Fig. 5 – Foot of the slope studied soon after deforestation (May 2010)

L'acquisizione dei dati è stata svolta tramite il posizionamento dello strumento in un numero elevato di stazioni georeferenziate. Con l'ausilio del *software* di progettazione tridimensionale SURFER 9.0®, è stato infine realizzato un modello tridimensionale del versante. L'acclività si aggira da valori massimi di circa 44°, nella parte medio-bassa del versante (quella soggetta a disboscamento), a valori minimi di 22°, nella parte alta, (Fig. 6). Al momento delle indagini *in situ* l'osservazione degli elementi antropici (palificate, edifici e strade) non segnalava fenomeni gravitativi in atto nella zona d'indagine.

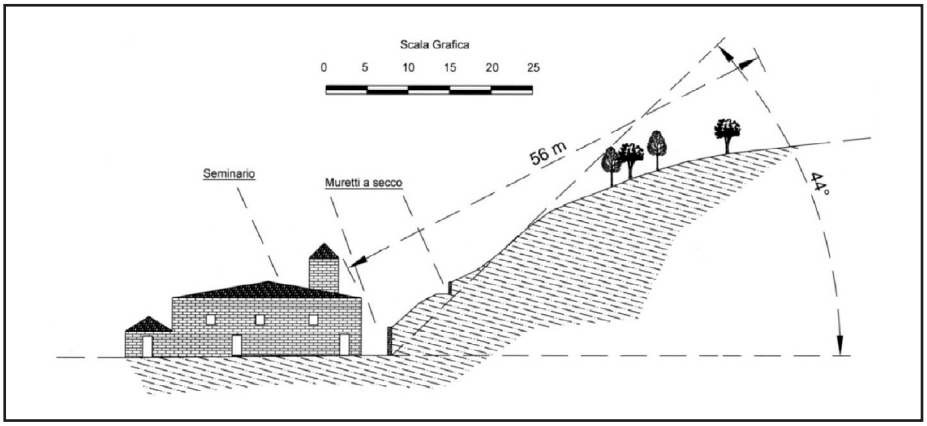

Fig. 6 – Ricostruzione del profilo topografico del versante
Fig. 6 – Reconstruction of the topographic profile of the slope

4. Indagini Geognostiche

Al fine di poter ricavare i parametri geotecnici fondamentali e individuare la superficie di discontinuità tra il deposito superficiale ed il substrato roccioso, sono state eseguite cinque prove penetrometriche dinamiche mediopesanti e tre stendimenti sismici a rifrazione tipo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*). Sono state infine condotte analisi geotecniche di laboratorio.

Le prove dinamiche sono state spinte fino a rifiuto strumentale. Due delle tre sezioni sismiche sono state eseguite parallelamente al versante e la terza perpendicolarmente ad esso.

Le prove penetrometriche dinamiche sono state effettuate in prossimità degli stendimenti sismici. Nel sottosuolo del pendio è stata rilevata la presenza occasionale di trovanti rocciosi. Dall'elaborazione delle prove svolte si ricava che lo strato superficiale, assimilabile al deposito di frana che costituisce il pendio, ha spessore medio attorno a 2,20 m. Dal punto di vista geotecnico si rileva un valore medio di coesione non drenata c_u = 12,70 kPa ed un angolo medio di attrito efficace ϕ' = 26°.

Le misure freatimetriche non hanno riscontrato la presenza di falda idrica nel sottosuolo. Si deve però precisare che le misure sono state effettuate in un periodo privo di precipitazioni (giugno 2010); non è quindi da escludere un moto di filtrazione di tipo intermittente o stagionale in periodi più piovosi dell'anno.

La coltre superficiale è caratterizzata da un valore di Rpd (resistenza alla punta dinamica) di circa 2 MPa ed è classificabile come un terreno sabbioso a matrice limo-argillosa (*loam*) mediamente consistente. Al di sotto di questo livello le prove hanno evidenziato la presenza di un substrato di tipo roccioso, con valori di Rpd superiori a 15 MPa.

La stratigrafia del sottosuolo è stata ulteriormente indagata tramite indagini sismiche MASW, basate sulla propagazione delle onde sismiche superficiali tipo Rayleigh prodotte da una sorgente energizzante.

Dall'andamento delle velocità delle onde sismiche si può ricostruire una stratigrafia così composta: dal piano campagna fino a -2,00 si rilevano Vp di 300,00 m/s, tipiche di un deposito detritico a matrice limo-argillosa, riscontrato anche dalle prove penetrometriche; al di sotto di questo livello superficiale, le Vp corrispondono a 800 m/s, attribuibili ad un presunto livello ghiaioso identificabile con il Subsintema di Villa Verucchio insieme con un possibile orizzonte alterato delle Arenarie del Sassolera; i due livelli compongono uno spessore medio di 6 m. Alla base di questo livello si rileva una brusca accelerazione delle Vp: si osservano infatti velocità dell'ordine di 2000 m/s, caratteristiche di un vero e proprio substrato roccioso.

Riportando la variazione delle Vp in funzione della profondità (Fig. 7) si possono ricostruire superfici ad uguale valore di Vp, tra le quali si considerano gli orizzonti riflettori di 300, 800 e 2000 m/s, che possono essere considerati come i limiti tra le diverse componenti litologiche del sottosuolo.

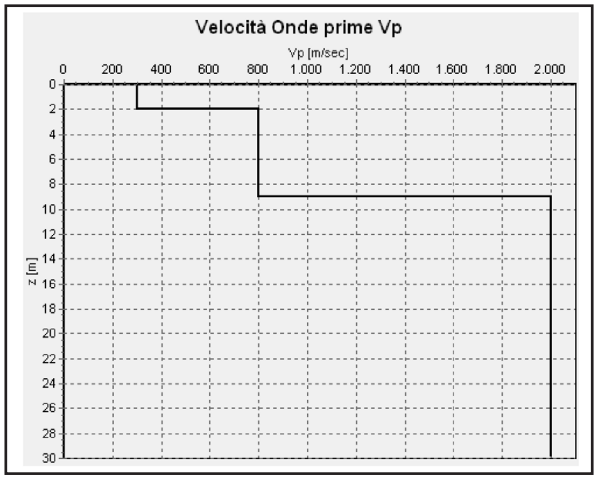

Fig. 7 – Diagramma della variazione della velocità delle onde prime Vp in funzione della profondità

Fig. 7 – Graph of the velocity changes of Vp seismic waves with depth

Confrontando i dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche con i profili sismici delle velocità delle onde prime, il versante può essere descritto secondo il seguente modello stratigrafico:

- Dal p.c. fino alla profondità di -2,20 m si riscontra la presenza di uno strato di copertura superficiale alterata a prevalenza sabbiosa, con frazione limo-argillosa di consistenza medio-bassa. Questo primo livello è caratterizzato da velocità media delle onde prime di 300 m/s, tipica di un deposito di versante detensionato.
- Dalla quota di -2,20 m dal p.c., alla quale mediamente si riscontra il rifiuto del penetrometro, fino a -8,50 m si rileva, tramite lo studio delle sole onde sismiche, un livello di tipo ghiaioso, caratterizzato da una velocità media di onde prime di 800 m/s; tale livello è costituito molto probabilmente dai depositi ghiaiosi di terrazzo dell'Unità di Villa Verucchio.
- Oltre 8,5 m di profondità le onde prime subiscono una brusca accelerazione fino a raggiungere la velocità media di 2000 m/s, ascrivibile ad un substrato roccioso che, in questo caso, è rappresentato dalle Arenarie del Sassolera.

5. Analisi di laboratorio e verifiche di stabilità

È stata in seguito eseguita una caratterizzazione geotecnica su tre campioni di terreno, prelevati alla profondità di circa 0,80 m dal p.c. tramite trivella. Le prove di laboratorio hanno consentito di determinare i parametri fisico-meccanici del livello più superficiale del terreno, utilizzati in seguito per le verifiche di stabilità di versante.

Dall'analisi granulometrica si osserva che la costituzione predominante del terreno è di tipo sabbioso (40,6%), seguita da percentuali all'incirca simili di frazione limosa (24,3 %) e argillosa (22,8%), mentre la ghiaia costituisce una frazione nettamente secondaria (12,3%). Secondo la normativa A.G.I. (1977), il terreno compreso tra la profondità di -0,50 m e -0,80 m dal p.c. è pertanto classificato come una sabbia limo-argillosa debolmente ghiaiosa.

Per quanto riguarda i limiti di consistenza, data la natura prevalentemente sabbiosa del terreno è stato possibile determinare il solo limite liquido (w_L) che è risultato essere di circa 43-45%.

I campioni prelevati sono stati in seguito sottoposti a prove di resistenza al taglio in condizioni consolidate e drenate (prove CD) tramite apparecchio

di Casagrande. Sulla base di tali prove, i parametri medi ottenuti sono i seguenti: c' = 6,30 kPa, ϕ' = 26°, con peso specifico apparente γ = 18 kN/m^3.

Le verifiche di stabilità di versante sono state condotte utilizzando il metodo di Janbu semplificato che consente di verificare superfici potenziali di scivolamento di qualsiasi geometria (Janbu, 1973).

Il coefficiente di sicurezza (***F***) lungo una probabile superficie di scivolamento si esprime secondo l'espressione (1):

$$F = \frac{\sum_{1}^{n}\left[c_i b_i + \left(N_i / \cos\alpha_i - u_i b_i\right)\tan\phi_i\right]}{\sum_{1}^{n} W_i \tan\alpha_i} \tag{1}$$

dove il termine N_i è espresso da:

$$N_i = \frac{W_i - \left(c_i l_i \sin\alpha_i / F\right) + \left(u_i l_i \tan\phi \sin\alpha_i / F\right)}{m} \tag{2}$$

dove il termine ***m*** è espresso da:

$$m = \cos\alpha + \frac{\sin\alpha \tan\phi}{F} \tag{3}$$

Nell'espressione (1) N_i è il numero dei conci considerato, b_i e a_i sono la larghezza e l'inclinazione della base del concio i-esimo rispetto all'orizzontale, W_i è il peso di ogni concio i-esimo, c_i e ϕ_i sono i parametri efficaci di resistenza al taglio lungo la base del concio ed u_i è la pressione interstiziale alla base dello stesso.

Le analisi di stabilità del pendio sono state impostate senza moto di filtrazione nel terreno dal momento che misure eseguite tramite freatimetro ne avevano escluso la presenza.

Le verifiche sono state svolte considerando il profilo topografico lungo la sezione di massima pendenza, indicante la porzione di versante più facilmente esposta a eventuale dissesto. La traccia della sezione è stata scelta tramite il programma di elaborazione di dati spaziali SURFER 9.0®, in grado di individuare il tratto a maggior pendenza.

Nelle verifiche di stabilità è stato considerato un modello a due livelli: 1) un orizzonte superficiale, con spessore massimo di 2 m, composto da un *loam* sabbioso limo-argilloso attribuibile al preesistente deposito di frana; 2) un substrato roccioso attribuibile al Subsintema di Villa Verucchio e alle Arenarie del Sassolera. Per quanto riguarda il livello 2, il corrispondente parametro di resistenza al taglio ϕ' = 35° rappresenta un valore cautelativo tratto dalla letteratura mentre i pesi di volume sono stati calcolati direttamente (Tab. 1).

Livello 1 – loam sabbioso-limo-argilloso (≤ -2 m)	
Angolo di attrito interno efficace	$\varphi' = 26°$
Coesione efficace	c' = 6,30 kPa
Coesione non drenata	c_u = 12,70 kPa
Peso di volume apparente	$\gamma = 18{,}00\ kN/m^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 20{,}00\ kN/m^3$
Livello 2 – substrato roccioso (> -2 m)	
Angolo di attrito interno efficace	$\varphi' = 35°$
Coesione efficace	c' = 0,00 kPa
Peso di volume apparente	$\gamma = 21{,}00\ kN/m^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 23{,}00\ kN/m^3$

Tab. 1 – Parametri geotecnici utilizzati nelle analisi di stabilità
Tab. 1 – Geotechnical parameters used in the stability analyses

I valori dei parametri geotecnici sono stati inseriti nelle analisi di versante tramite l'utilizzo del *software* SLIDE® che è in grado di calcolare il coefficiente di sicurezza considerando sia superfici a geometria semplice che complessa.

5.1 Verifiche di stabilità nell'ipotesi di versante vegetato

Sono state innanzi tutto calcolate le condizioni di stabilità del pendio simulando la presenza di una coltre vegetale (Fig. 8), inserendo in questo caso il sovraccarico sul versante corrispondente alla presenza di un soprassuolo arboreo maturo corrispondente alla situazione pre-disboscamento del versante in esame.

Come evidenziato in Preti (2006), un apparato radicale ben sviluppato incrementa la coesione del terreno di circa 3 kPa. Avendo quindi determinato tramite le prove di taglio una coesione drenata (c') di 6,30 kPa, si otterrebbe in questo caso c' = 9,30 kPa.

Per quanto riguarda l'effetto negativo del sovraccarico della vegetazione, esso può essere simulato tramite la funzione *load*, che il *software* è in grado di calcolare. In accordo con Bishop & Stevens (in Gray, 1973) il sovraccarico boschivo viene stimato a 3 kPa.

A questo è stato aggiunto l'effetto del vento, considerando che i dati acquisiti dalla vicina stazione anemometrica di Doccia di Fiumalbo hanno evidenziato come la vallata sia periodicamente esposta a forti raffiche eoliche, con velocità di picco di 93 km/h. Tramite l'equazione di Hsi & Nath (1970), con vento di circa 90 km/h, si desume un carico sul versante di 1 kPa.

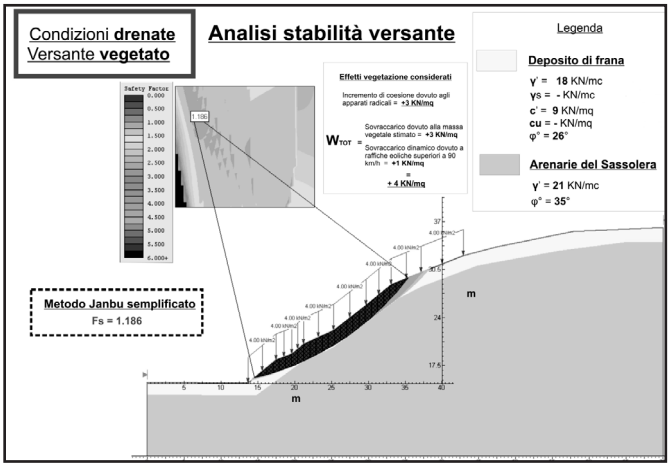

Fig. 8 – Analisi di stabilità del versante in condizioni consolidate e drenate, nella situazione pre-disboscamento
Fig. 8 – Slope stability analysis in consolidated-drained conditions carried out before deforestation

Considerando questo ulteriore carico, è stato applicato al versante un sovraccarico totale W_{tot} = 4 kPa, desumibile dalla somma del sovraccarico della massa vegetale e dell'effetto delle raffiche eoliche.

L'analisi ha messo in luce che in presenza di copertura vegetale il versante è caratterizzato da un coefficiente di sicurezza F_s = 1,186; vale a dire inferiore al valore minimo accettabile per la stabilità a lungo termine (F_s = 1,3).

5.2 Verifiche di stabilità nell'ipotesi di versante privo di vegetazione

La Fig. 9 illustra le condizioni di stabilità con il relativo coefficiente di sicurezza, calcolato in questo caso in assenza di copertura vegetale, come riscontrato nel giugno 2010, quando è stato svolto il rilevamento geologico-tecnico (condizione post-disboscamento).

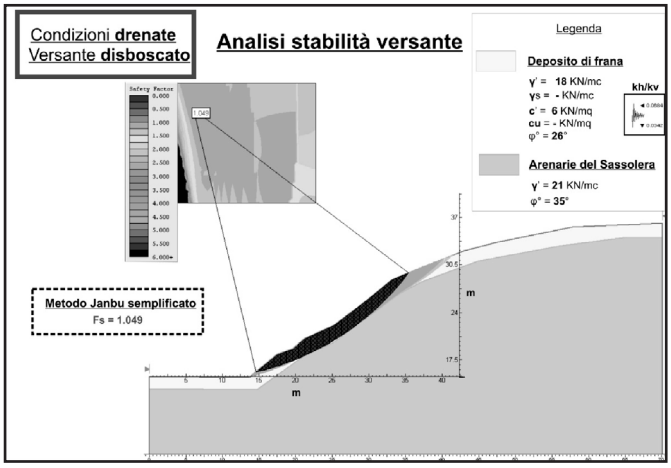

Fig. 9 – Verifica di stabilità del versante in condizioni consolidate e drenate svolta nella condizione post-disboscamento
Fig. 9 – Slope stability analysis in consolidated-drained conditions carried out after deforestation

Sulla base dei calcoli effettuati, il coefficiente di sicurezza F_s risulta essere di 1,049, vale a dire ancora più al di sotto della soglia di sicurezza di 1,3. In condizioni di assenza della copertura vegetale, il versante mostra pertanto una condizione quasi coincidente con la stabilità critica (F_s = 1,0). Il fenomeno di dissesto ipotizzato dal calcolo coinvolgerebbe un litosoma di circa 20 m di lunghezza ed una superficie di scivolamento intorno a 2 m di profondità, interessando quasi per intero il deposito di frana preesistente (Figg. 8 e 9).

Rispetto al valore del coefficiente di sicurezza a lungo termine in condizioni vegetate (F_s = 1,186), in assenza di vegetazione il versante mostra pertanto un leggero decremento della stabilità.

In entrambe le condizioni analizzate la stabilità risulta comunque precaria, anche se al momento non sono riscontrabili indizi di movimenti gravitativi in atto. Va infine sottolineato che nel versante sono presenti dei muri di contenimento a secco, alti da 1,50 a 1,80 m, che possono ulteriormente innalzare il coefficiente di sicurezza. Essi si presentano in buono stato e non mostrano segni di cedimenti o "spanciature". Essendo tuttavia elementi con caratteristiche meccaniche non omogenee, e quindi non facilmente modellabili all'interno del *software* utilizzato, non sono stati considerati nei calcoli.

6. Conclusioni

Dall'esame dei risultati delle verifiche di stabilità eseguite, congruenti con i dati di letteratura, si può affermare che la coltre vegetale è in grado di migliorare le caratteristiche meccaniche e le condizioni idrologiche del terreno solo se l'acclività del pendio si mantiene al di sotto dei 45°. Nel caso studiato la condizione meno sfavorevole ai fini della stabilità si ottiene in presenza di vegetazione, anche se il decremento subito dal coefficiente di sicurezza in seguito al disboscamento è pressoché insignificante (da 1,186 a 1,049).

Questo potrebbe dipendere dal fatto che, avendo il versante un'acclività di circa 44°, esso si trova in una condizione intermedia tra i versanti vegetati stabili e instabili mentre, sulla base delle considerazioni precedentemente svolte, la vegetazione si manifesta come elemento decisamente destabilizzante soltanto con acclività uguali o superiori a 45°.

Per questo motivo si può considerare il caso trattato come "caso-limite": essendo l'acclività di poco inferiore al valore soglia di 45°, la presenza o assenza della vegetazione risulta pressoché ininfluente sulle condizioni di stabilità.

Data l'attuale mancanza di una coltre vegetale continua e in assenza di interventi di stabilizzazione, nel prossimo futuro si potrebbe verificare un aumento dei processi di erosione superficiale dovuti allo scorrimento delle acque meteoriche, accompagnati dall'infiltrazione nel terreno di un quantitativo maggiore d'acqua, non più trattenuta dal fogliame e dagli apparati radicali delle piante, con aumento dell'effetto destabilizzante sul pendio.

Sarebbe pertanto opportuno predisporre un sistema di drenaggio superficiale con canalette di scolo, dato il modesto spessore del deposito di versante, allo scopo di mantenere bassi i valori della pressione interstiziale all'interno del pendio. Le acque potranno essere successivamente raccolte a valle da uno scolo trasversale (Fig. 10), attraverso un sistema di cunette, e convogliate lontano dalla base del pendio tramite opere di tipo fognario.

Fig. 10 – Sistema di scolo trasversale in cui confluiscono le cunette
Fig. 10 – Cross drainage collector with gutter outlets

La presenza di muri di contenimento, seppure a secco e di altezza modesta, non rende necessario l'inserimento di altre opere strutturali.

A ulteriore incremento dell'azione svolta dai dreni superficiali e per un recupero ambientale della zona, sarebbe importante favorire il ripristino della vegetazione. Nel caso in cui il sistema di radici relitto non riuscisse a ristabilire la copertura arborea, si potrebbero utilizzare soluzioni di ingegneria naturalistica (AA.VV., 1993), quali l'impiego di biostuoie e l'idrosemina.

La funzione principale delle biostuoie è quella di sostenere e rinforzare la superficie del pendio facilitando la germinazione dei semi e l'instaurarsi di una coltre vegetale. Il processo dell'idrosemina consiste nel distribuire opportune sementi assieme ad acqua e fertilizzante, con l'utilizzo di una macchina che miscela adeguatamente il tutto e permette di erogare il miscuglio in pressione. Andando con il tempo soggette a decomposizione, le biostuoie svolgono inoltre un importante ruolo di pacciamatura e fertilizzante per le stesse sementi impiantate.

Bibliografia

A.G.I., 1977 – *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*. Associazione Geotecnica Italiana, Roma.

AUTORI VARI, 1993 – *Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica*. Regione Emilia-Romagna e Regione del Veneto, 261 pp., Bologna.

AUTORI VARI, 2009 – *Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, scala 1:10.000, Sezione n. 250.040 "Fiumalbo"*. Progetto CARG, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

BETTELLI G., PANINI F. & PIZZIOLO M. (a cura di), 2002 – *Note Illustrative alla Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000, Foglio n. 236 "Pavullo nel Frignano"*. Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

BISCHETTI G.B., 2000 – *Quantificazione dell'effetto dell'apparato radicale sulla stabilità dei versanti.* Riv. di Ing. Agr., **2**, pp. 70-81.

BROWN C.B. & SHEU M.S., 1975 – *Effects of deforestation on slopes*. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, **101**, pp. 147-165.

CASTALDINI D., CORATZA P. & PANIZZA M. (2009) – *Landslides or moraines? A new geomorphological map of the area of Mt. Cimone (the highest peak of the Northern Apennines, Italy)*. In: J.P. Malet, A. Remaitre & T. Bogaard (eds.) "Landslide processes, from geomorphologic mapping to dynamic modelling", Proceedings of the Landslide Processes Conference, 6-7 February 2009, pp. 9-14, Strasbourg.

CRUDEN D.M. & VARNES D.J., 1996 – *Landslide Types and Processes*. In: A.K. Turner & R.L. Schuster (eds.) "Landslides Investigation and Mitigation", Spec. Rep. 247, **3**, Transp. Research Board, National Academy Press, pp. 36-75, Washington, D.C.

DALLAI D. & DEL PRETE C., 2004 – *Flora e Vegetazione*. In: AA.VV. "Carta turistico-ambientale del Monte Cimone", Regione Emilia-Romagna, Eliofototecnica Barbieri, Parma.

ENDO T. & TSURUTA T., 1969 – *On the effect of tree's root upon the shear strength of soil*. Annual Report, Hokkaido Branch Forest Experiment Station, pp. 167-182, Sapporo.

GIASI C.I., 1994 – *L'influenza della vegetazione sulla stabilità dei pendii.* Geologica Romana, **30**, pp. 145-150, Roma.

GRAY D.H. (ed.), 1973 – *Effects of forest clear cutting in the stability of natural slopes: result of fields studies.* National Science Foundation, University of Michigan, 119 pp., Ann Arbor.

GREENWOOD J.R., NORRIS J.E. & WINT J., 2004 – *Assessing the contribution of vegetation to slope stability*. Geotechnical Engineering, 157, GE4, pp. 199-208.

HSI G. & NATH J.H., 1970 – *Wind drag within simulated canopies.* Journal of Applied Meteorology, **4**, pp. 592-602, Boston.

JANBU N., 1973 – *Slope Stability Computations*. Embankment Dam Engineering, Casagrande Volume, pp. 47-86.

O'LOUGHLIN C., 1974a – *A study of tree root strength deterioration following clearfelling.* Canadian Journal of Forest Research, **4**(1), pp. 107-113, Ottawa.

O'LOUGHLIN C., 1974b – *The effect of timber removal on the stability of forest soils.* Journal of Hydrology, **13**(2), pp. 121-134, Elsevier, Amsterdam.

PRANDINI L., GUIDICINI G., BOTTURA J.A., PONÇANO W.L. & SANTOS A.R., 1977 – *Behaviour of the vegetation in slope stability: a critical review*. Bulletin of the Int. Ass. of Eng. Geol., **16**, pp. 51-55, Krefeld.

PRETI F., 2006 – *Stabilità dei versanti vegetati*. In: G. Sauli, P. Cornellini & F. Preti (a cura di) "Manuale 3 d'Ingegneria Naturalistica, Sistemazione dei versanti", **10**, Regione Lazio, pp. 137-168, Roma.

PRETI F. & DANI A., 2009 – *Sulla parametrizzazione del rinforzo radicale per l'analisi di stabilità dei versanti vegetati: sperimentazioni e applicabilità G.I.S.* IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, Memoria n. 582, 12-16 settembre 2009, Ischia.

SCHEIDEGGER A.E., 1961 – *Theoretical Geomorphology*. Prentice-Hall, 333 pp., Englewood Cliffs.

STERNBERG H.O., 1949 – *Enchentes e movimentos coletivos do solo no vale do Paraíba, em dezembro de 1948: influencia da explotaçao destrutiva da terra.* Revista Brasileira de Geografia, **11**(2), pp. 223-261, Rio de Janeiro.

SWANSTON D.N., 1969 – *Mass Wasting in Coastal Alaska*. U.S.D.A. Forest Service Research Paper PNW-103, 17 pp.

UBALDI D., 1980 – *La fascia montana*. In: AA.VV. "Flora e Vegetazione dell'Emilia-Romagna", **4**, pp. 103-112, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

ZIEMER R., 1981 – *The role of vegetation in the stability of forested slopes.* Internat. Rev. Union of Forest Research Organizations, U.S.D.A., pp. 297-308, Arcata, USA.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Lorena Rebecchi*, Roberto Guidetti*, Tiziana Altiero*

I tardigradi, gli ambienti estremi e i viaggi nello spazio

Riassunto

In questo lavoro viene presentata la biologia dei tardigradi e le motivazioni che rendono interessante il loro studio nell'ambito della biologia evoluzionistica. Il primo motivo di interesse è rappresentato dalla molto probabile condivisione del percorso evolutivo seguito dagli artropodi nella sua prima parte. Il secondo motivo è legato alle molteplici strategie riproduttive, mentre il terzo è rappresentato dalla dormienza (diapausa e criptobiosi), sempre presente nei tardigradi terrestri che di fatto, essendo attivi soltanto quando è presente l'acqua, mantengono le caratteristiche di organismi acquatici anche sulle terre emerse. L'ultimo motivo di interesse è rappresentato dalla sorprendente resistenza agli stress chimico-fisici estremi che li rendono un ottimo modello negli studi di biologia spaziale. I tardigradi sono stati infatti selezionati come modello di organismi pluricellulari da utilizzare per esperimenti nello spazio. Nel settembre 2007 sono stati esposti all'ambiente spaziale durante il volo della navicella russa FOTON-M3 che li ha mantenuti nello spazio "Low Earth Orbit" per dodici giorni, mentre nel maggio 2011 sono stati ospitati sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) per sedici giorni grazie all'ultimo volo dello Shuttle Endeavour.

Abstract

The paper shows the biology of tardigrades and explains why they are so fascinating in evolutionary biology studies. Since they are not involved in human activities and health, they have been neglected and little is known about their biology. Tardigrades are closely related to arthropods and carry out several reproductive strategies. Furthermore, dormancy (diapause and cryptobiosis) characterizes terrestrial tardigrades since they are active only when water is present and therefore should be considered aquatic animals even when they colonize terrestrial habitats. Finally, since tardigrades are able to withstand several physical and chemical extremes, they are a suitable form of multicellular organism to be used in space biology research. Consequently, in September 2007 tardigrades were exposed for twelve days to space environment stresses (Low Earth Obit) during the Russian spacecraft FOTON-M3 mission and in May 2011 for sixteen days in the International Space Station (ISS) thanks to the last mission of the Shuttle Endeavour.

Parole chiave: *micrometazoi, anidrobiosi, stress abiotici, ambiente spaziale*

Key words: *micrometazoans, anhydrobiosis, abiotic stresses, space environment*

* Dipartimento di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 MODENA, e-mail: lorena.rebecchi@unimore.it

I tardigradi

Piccoli orsetti d'acqua (*kleiner Wasser Bär*), così vennero chiamati i tardigradi per il loro aspetto simile ad orsi in miniatura, quando furono osservati al microscopio e descritti per la prima volta in Germania dal pastore Johann A.E. Goeze nel 1773. L'anno successivo Bonaventura Corti (in Ramazzotti & Maucci, 1983) definì uno di questi animali "il brucolino", ma il loro nome attuale, "Tardigrada", si deve all'abate Lazzaro Spallanzani (1776) che dalla polvere di grondaia del tetto di casa sua, a Scandiano (RE), estrasse questi minuscoli animali ed osservandone uno che *"andava così di brutto garbo, e a bistento …"* non poté che chiamarlo "il Tardigrado" (= dal passo lento, dal latino *tardus*: lento, e *gradus*: passo). La prima specie formalmente descritta è stata *Macrobiotus hufelandi* da parte di Carl August Sigismund Schultze nel 1834, che questo studioso dedicò all'ideatore del termine macrobiotica (Makrobiotik), Christoph Wilhelm von Hufeland. Oggi i tardigradi sono considerati un *phylum* e le specie descritte hanno superato il migliaio, metà delle quali scoperte solamente negli ultimi cinquant'anni (Guidetti & Bertolani, 2005). Talvolta queste specie risultano cosmopolite, talaltra con distribuzione geografica limitata. In Italia sono conosciute più di 200 specie di tardigradi, mentre per le province di Modena e Reggio Emilia se ne conoscono circa 80. Si può ipotizzare che il numero delle specie aumenterà notevolmente nei prossimi anni poiché indagini basate su una combinazione di studi morfologici e di *DNA barcoding* hanno già portato ad individuare sia nuove specie ben distinguibili, anche morfologicamente, che numerose specie criptiche (Faurby *et al*., 2008; Cesari *et al*., 2009; Guidetti *et al*., 2009; Bertolani *et al*., 2010).

Dal punto di vista evolutivo i tardigradi sono inseriti, assieme ad artropodi e onicofori, nel raggruppamento sistematico dei Panarthropoda (Nielsen, 1997) che, assieme a molti altri *phyla* animali che si accrescono grazie a mute successive, ne costituiscono il gruppo degli Ecdysozoa (Aguinaldo *et al*., 1997).

I tardigradi, anche se poco conosciuti, sono tutt'altro che rari. Possono essere rinvenuti ad ogni latitudine e longitudine, dai poli e dalle alte quote (abitano anche i piccoli fori cilindrici sulla superficie dei ghiacciai) ai deserti, alle zone tropicali e a quelle temperate. Più in generale, i tardigradi si possono rinvenire in mare (dove probabilmente hanno avuto origine), sia tra le sabbie del litorale che nelle profondità abissali (raramente anche come parassiti o commensali di invertebrati). In acqua dolce si trovano lungo le sponde dei torrenti, nell'alveo di fiumi e laghi, fino alla fontana del parco vicino a casa. Tuttavia, l'85% delle specie note a livello mondiale è stata rinvenuta in bioto-

pi terrestri, forse perché gli ambienti terrestri sono stati di gran lunga quelli più studiati, sia dal punto di vista faunistico che ecologico. Attorno a noi i tardigradi sono abbondantissimi negli interstizi di muschi, licheni, lettiera di bosco e terreni prativi, dove conducono vita attiva solamente quando circondati da almeno un velo d'acqua. Per questo motivo i tardigradi devono essere considerati organismi acquatici, anche quando vivono sulle terre emerse (Bertolani, 1982; Nelson *et al*., 2010). La colonizzazione dei diversi habitat avviene grazie ad agenti dispersivi quali il vento e l'acqua, ma anche animali (uccelli, molluschi, miriapodi, acari, coleotteri ecc.) ai quali i tardigradi, o le loro uova, possono occasionalmente aderire. In questi casi la partenogenesi e l'ermafroditismo, sufficiente con autofecondazione, frequenti nelle specie di tardigradi terrestri o d'acqua dolce, assenti in quelle marine, favoriscono la colonizzazione di nuovi territori con singoli individui (Bertolani, 2001).

Volendo comprendere il modo di vita di questi organismi, si deve avere qualche conoscenza delle loro caratteristiche morfologiche (Figg. 1 e 2). I tardigradi sono microscopici metazoi a simmetria bilaterale e di forma solitamente affusolata, con lunghezza in genere compresa tra 200 e 700 μm (raramente superano 1 mm). Nonostante le loro microscopiche dimensioni, sono animali abbastanza complessi. Sono metamerici e, in particolare, formati da cinque segmenti; il primo (capo), non ha zampe, mentre gli altri quattro ne presentano un paio ciascuno. Le zampe, di solito poste in posizione latero-ventrale, non sono articolate e sono munite di unghie o dita.

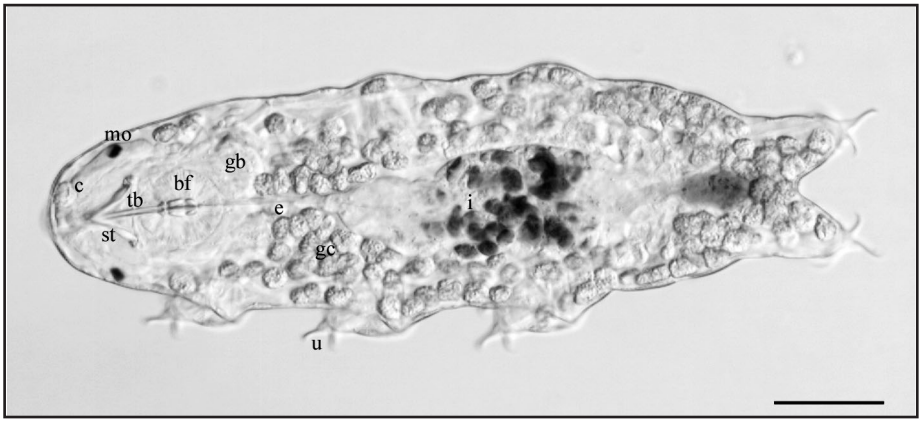

Fig. 1 – Esemplare in vivo dell'eutardigrado Hypsibius dujardini *in cui è possibile riconoscere alcuni organi interni. bf: bulbo faringeo; c: cerebro; e: esofago; gb: ghiandola boccale; gc: globuli cavitari; i: intestino medio; mo: macchia oculare; st: stiletti; tb: tubo boccale; u: unghie. Microscopio ottico a contrasto interferenziale secondo Nomarski; barra = 35 μm (modificato da Nelson* et al.*, 2010)*

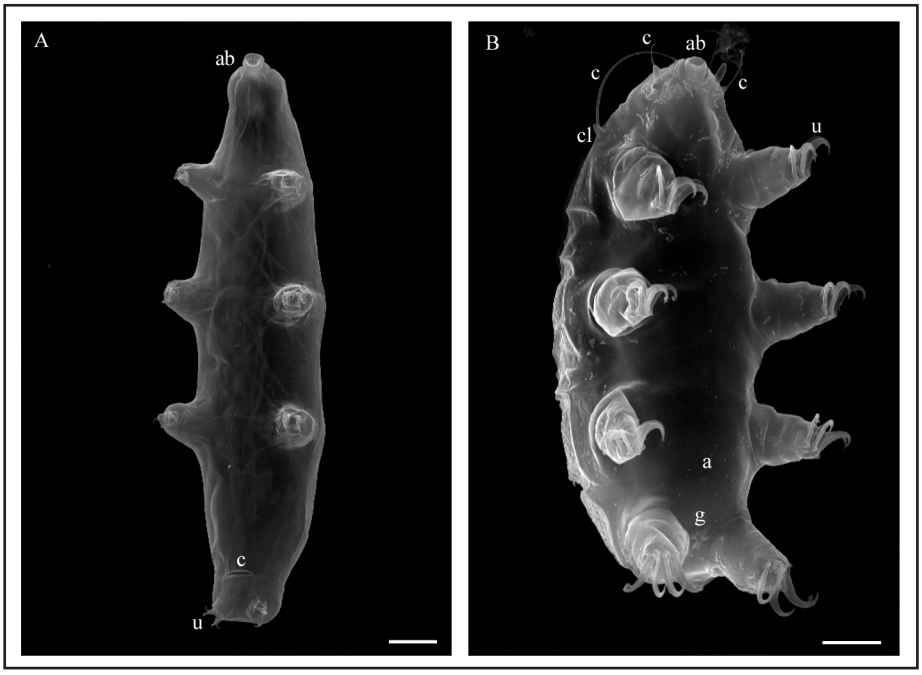

Fig. 2 – Microfotografie al microscopio elettronico a scansione dell'eutardigrado Paramacrobiotus richtersi *(A; visione ventrale) e dell'eterotardigrado* Echiniscus viridissimus *(B; visione ventro-laterale). a: ano; ab: apertura boccale; c: cloaca (A); c: cirri (B); cl: clave; g: gonoporo femminile a rosetta; u: unghie. Barra: A = 50 μm; B = 25 μm*

I tardigradi sono rivestiti da una sottile cuticola chitinosa tristratificata, che può presentarsi liscia o variamente ornamentata e che viene cambiata periodicamente durante l'accrescimento. Nella classe Heterotardigrada (marini e terrestri) la cuticola è caratterizzata dalla presenza di setole e cirri e, specialmente in quelli terrestri, da piastre (Fig. 2B). Nella classe Eutardigrada (essenzialmente specie non marine, Fig. 2A) tali appendici e piastre cuticolari sono assenti, mentre presentano tipiche unghie biramificate (diplounghie). Cuticola e unghie sono sostituite con la muta; la nuova cuticola è secreta da sottostanti cellule epidermiche particolarmente appiattite, mentre le unghie sono prodotte da apposite ghiandole pediali poste all'interno di ogni zampa. Al di sotto della cuticola, l'epitelio pavimentoso è a contatto con l'ampia cavità del corpo. Attraverso la cuticola avvengono gli scambi gassosi, senza che vi sia bisogno di organi respiratori. Gli animali presentano un'ampia gamma di colorazioni (bianco, nero, rosa, verde, rosso, giallo, arancione) determinate dal contenuto delle cellule epidermiche, delle cellule o del liquido presenti nella cavità cor-

porea o dal contenuto dell'intestino. Nella regione cefalica, spesso in vicinanza dell'apertura boccale, possono essere presenti organi di senso rappresentati da cirri, papille, aree sensoriali e macchie oculari connesse con le terminazioni posteriori dei lobi del cerebro. Il sistema nervoso è relativamente complesso, metamerico e, per certi aspetti, simile a quello degli artropodi. Nel capo vi è un cerebro plurilobato collegato attraverso un anello nervoso ad un ganglio sottoesofageo ventrale; questo, a sua volta, è connesso tramite due cordoni nervosi paralleli ad una serie di quattro gangli ventrali, uno per segmento provvisto di zampe. La cavità corporea (emocele) molto ampia, indivisa, ripiena di liquido e omologa all'emocele degli artropodi, funge da sistema circolatorio (ma manca un cuore) e contiene cellule liberamente fluttuanti, dette globuli cavitari, ricche di sostanze di riserva e, a volte, di pigmenti. Nella cavità corporea sono presenti anche fasci muscolari longitudinali o trasversali (questi ultimi collegati alle zampe), ma mai circolari; questi fasci si inseriscono sulla cuticola e consentono la sola contrazione, con movimento antagonista dovuto alla risposta dello scheletro idrostatico, rappresentato dall'emocele, ed alla elasticità della cuticola. Altri fasci muscolari sono presenti nell'apparato bucco-faringeo e attorno all'intestino medio. L'apparato digerente è completo e suddiviso in tre parti: intestino anteriore, medio e posteriore. L'intestino anteriore, di origine ectodermica, è formato dall'apparato bucco-faringeo, seguito caudalmente da uno stretto esofago. Il primo inizia con la bocca (Fig. 3A), anteriore o sub-terminale, seguita da un

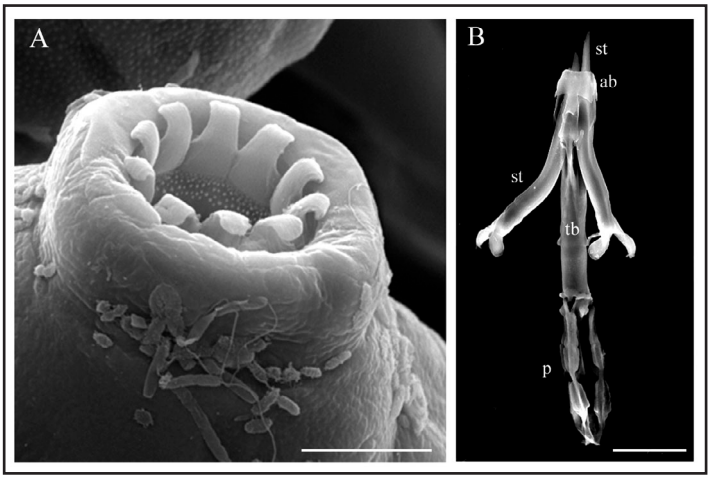

Fig. 3 – Microfotografie al microscopio elettronico a scansione dell'apertura boccale (A) dell'eutardigrado Paramacrobiotus richtersi *e dell'apparato bucco-faringeo (B) dell'eutardigrado* Dactylobiotus parthenogeneticus*. ab: apertura boccale; tb: tubo boccale; p: placoidi; st: stiletti. Barra: A = 5 µm; B = 20 µm*

tubo boccale cuticolare che si inserisce in un bulbo faringeo di natura mio-epiteliale. Ai lati del tubo boccale sono posizionate due grosse ghiandole, dette ghiandole boccali, e due stiletti di carbonato di calcio sostenuti da supporti cuticolari e disposti obliquamente che, attraverso apposite fessure nel tubo boccale, possono essere fatti fuoriuscire dalla cavità boccale. Gli stiletti sono mossi da muscoli protrattori e retrattori, gli unici che consentono un movimento antagonista di natura muscolare. L'apparato bucco-faringeo (Fig. 3B) è un apparato pungente-succhiante: gli stiletti perforano la parete di cellule vegetali e ife, o rompono la cuticola di altri animali (nematodi, rotiferi e tardigradi non conspecifici) prima di succhiarne il contenuto, oppure raschiano dal substrato batteri e funghi. L'intestino medio, di origine endodermica, è una grossa struttura sacciforme che fa seguito all'esofago ed entro la quale si attuano i processi digestivi. Ad esso fa seguito l'intestino posteriore, rappresentato dal retto che termina in un ano (eterotardigradi) o in una cloaca (eutardigradi). Nel retto degli eutardigradi si aprono tre ghiandole escretrici (ghiandole malpighiane), assenti negli eterotardigradi in cui invece possono essere presenti ghiandole ventrali di origine epidermica (Nelson *et al*., 2010).

I tardigradi si riproducono esclusivamente attraverso gameti. I sessi sono quasi sempre separati, talvolta con dimorfismo sessuale, ma, specialmente in ambiente non marino, non mancano specie ermafrodite. In ambiente non marino è particolarmente frequente la partenogenesi per cui le popolazioni sono spesso costituite da sole femmine. È presente una sola gonade: un sacco dorsocaudale di origine celomatica, più o meno allungata in direzione anteriore che può essere femminile, maschile, o ermafrodita, a seconda del contenuto in gameti. Nei maschi, il testicolo si continua in una coppia di deferenti a volte muniti di vescicole seminali, mentre nelle femmine e negli ermafroditi vi è un solo gonodotto. Nelle femmine di alcune specie è presente una spermateca. Negli eutardigradi i gonodotti terminano in una cloaca, negli eterotardigradi in un gonoporo a forma di rosetta a sei petali nelle femmine (Fig. 2B) e di piccolo tubicino nei maschi.

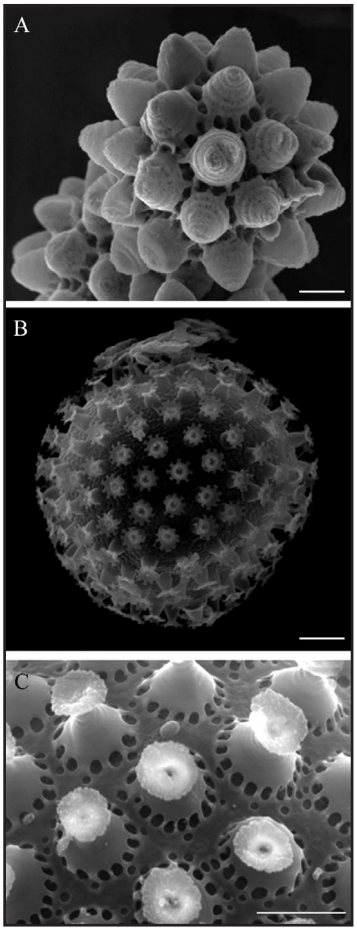

Fig. 4 – Microfotografie al microscopio elettronico a scansione della superficie del guscio delle uova degli eutardigradi Paramacrobiotus richtersi *(A),* Macrobiotus persimilis *(B) e* Macrobiotus macrocalix *(C). Barra: A-B = 10 μm; C = 5 μm*

Gli spermatozoi dei tardigradi, sempre provvisti di flagello con assonema "9+2", hanno morfologie molto peculiari e specie-specifiche. In alcune specie il gamete maschile raggiunge anche 100 μm di lunghezza (circa un quarto della lunghezza dell'intero animale) e molto frequentemente la regione nucleare è avvolta a spirale. Tutti i tardigradi sono ovipari. Il guscio delle uova può essere munito di processi (ornamentazioni) dalla morfologia molto varia, ma specie-specifica (Fig. 4), oppure può essere completamente liscio; in questo secondo caso gruppi di uova vengono deposte all'interno della vecchia cuticola (esuvia) al termine della muta. I neonati sono molto simili agli adulti, anche se lo sviluppo è indiretto negli eterotardigradi e diretto negli eutardigradi (Bertolani & Rebecchi, 1999). Alla nascita, ogni individuo presenta lo stesso numero di cellule che avrà da adulto, per cui l'accrescimento avviene soltanto per aumento del volume, sebbene si verifichino divisioni cellulari sia nella gonade che in alcuni tessuti somatici. La vita di un tardigrado, a seconda delle specie, può durare da qualche settimana fino ad oltre un anno (518 giorni), come verificato in allevamento (Altiero *et al.*, 2006). La vita effettiva diventa poi molto più lunga se si sommano ai momenti di vita attiva quelli di dormienza.

Perché studiare i tardigradi?

I tardigradi non sono pericolosi per la salute dell'uomo né, per quanto se ne sa, interagiscono con le sue attività produttive. Non mancano tuttavia i motivi di interesse per il loro studio.

Il primo motivo di interesse per questi animali è rappresentato dalla molto probabile condivisione di un tratto del percorso evolutivo seguito anche dagli artropodi, gli organismi animali di gran lunga di maggior successo sul nostro pianeta. Questi ultimi, grazie alla presenza di metameria ed alla duttilità dell'esoscheletro, unita alla sua capacità di articolarsi, si sono adattati in pratica in ogni tipo di ambiente ed habitat, esprimendo di gran lunga il massimo della diversità a livello di numero di specie. I tardigradi, invece, si sono specializzati a vivere negli interstizi di sedimenti o di organismi vegetali; il loro corpo si è adattato a svolgere tutte le funzioni vitali con dimensioni microscopiche diventando una delle componenti animali più importanti della meiofauna.

Il secondo motivo di interesse è rappresentato dalle modalità riproduttive. Sebbene la totalità delle specie marine di tardigradi si riproduca per anfimissi, la maggioranza delle specie limniche e terrestri si riproduce per partenogenesi. Nelle specie ermafrodite la riproduzione avviene inoltre per autofecondazione. I tardigradi rappresentano quindi un ottimo modello animale per studiare il significato e l'evoluzione della sessualità e delle strategie riproduttive. In particolare, la partenogenesi può essere attuata con modalità dal significato genetico ed evolutivo alquanto differenti; essa è sempre obbligatoria e continua (partenogenesi telitoca), ma può essere attuata attraverso la maturazione ameiotica (apomissi) o meiotica (automissi) dell'ovocita e può essere attuata sia da popolazioni diploidi, che poliploidi (Bertolani, 2001; Rebecchi *et al*., 2002). Nel caso di apomissi si ottengono dei veri e propri cloni, mentre nel caso di automissi si può avere ricombinazione nella profase meiotica, che tuttavia perde di significato con il permanere nelle generazioni della partenogenesi, perché vi è la tendenza a raggiungere col tempo una completa omozigosi (Rebecchi *et al*., 2003). La stessa situazione si ottiene con il permanere dell'autofecondazione nelle popolazioni ermafrodite sufficienti. Un altro aspetto interessante è che nei tardigradi la partenogenesi è presente sia in linee evolutive che comprendono anche popolazioni (o specie affini) anfimittiche, sia in linee evolutive (anche intere famiglie) in cui i maschi sono sconosciuti (Guidetti *et al*., 2005). Questo secondo scenario indica che la partenogenesi è presente da molto tempo e che ha portato al differenziamento in specie e in generi senza l'intervento della ricombinazione, ma solamente su base selettiva, similmente a quanto si è verificato nei rotiferi bdelloidei (Gladyshev & Meselson, 2008).

Il terzo motivo di grande interesse è rappresentato dalla dormienza in quanto condizioni ambientali estreme e stressanti limitano la sopravvivenza, la crescita e la riproduzione di molti organismi, oppure inducono la produzione

di stadi dormienti (*resting stages*). La dormienza è molto diffusa nei tardigradi terrestri poiché di fatto sono e rimangono organismi acquatici anche quando vivono in muschi, licheni e lettiera di foglie in cui l'acqua non sempre è presente. Questa strategia adattativa può essere distinta in diapausa e quiescenza. La diapausa è dovuta a stimoli endogeni; rappresenta una risposta indiretta ai cambiamenti ambientali e non termina con il ripristinarsi di condizioni ambientali favorevoli alle funzioni fisiologiche (Hand, 1991). La quiescenza, invece, è una risposta diretta a modificazioni dell'ambiente esterno all'animale e cessa con la fine delle condizioni ambientali avverse che l'hanno provocata (Keilin, 1959). Nei tardigradi la diapausa è rappresentata dall'incistamento e dalle uova di durata. Durante l'incistamento gli animali non perdono acqua, ma sintetizzano nuovi involucri cuticolari con funzione di protezione e modificano l'anatomia della cuticola e di alcuni apparati interni come, ad esempio, l'apparato bucco-faringeo (Guidetti *et al*., 2006). Sebbene non siano noti i fattori endogeni che innescano l'incistamento, è stata però dimostrata una stretta relazione fra la comparsa delle cisti e i cicli stagionali (Guidetti *et al*., 2008). Le uova di durata, scoperte molto recentemente, necessitano di uno stimolo (disidratazione seguita da reidratazione) per portare a termine lo sviluppo embrionale; questo tipo di uova è deposto da femmine che producono anche uova a schiusa subitanea e uova a schiusa ritardata, che non necessitano di alcuno stimolo per schiudere (Altiero *et al*., 2010). Da un punto di vista adattativo, questa plasticità fenotipica va ricercata nella possibilità di far nascere i giovani tardigradi nell'arco di un lungo periodo di tempo, sfruttando i periodi in cui le condizioni ambientali sono favorevoli. Nei tardigradi la quiescenza è rappresentata dalla varie forme di criptobiosi (anidrobiosi, criobiosi e anossibiosi), tutte accomunate da un forte rallentamento o sospensione del metabolismo (Guidetti *et al*., 2011a,b). Entrando in anidrobiosi l'animale perde per disidratazione il 95% dell'acqua corporea, nella criobiosi l'animale tollera invece il congelamento dei liquidi corporei extracellulari, mentre nell'anossibiosi (o stato asfittico) la carenza di ossigeno provoca una completa distensione e immobilità dell'animale (Rebecchi *et al*., 2007; Guidetti *et al*., 2011a). In criptobiosi, il tardigrado non è "vivo" (se metabolicamente inattivo, come vari autori suppongono) e tuttavia neppure "morto", dato che il ripristino di condizioni ambientali idonee gli consente di riprendere in breve tempo la vita attiva. Gli animali possono entrare nelle varie forme di criptobiosi in qualunque fase del ciclo vitale, uovo compreso, e possono permanervi, a seconda delle specie, per tempi brevi (alcuni mesi), o per tempi molto lunghi (fino ad un massimo di 10-20 anni). Tuttavia, la notizia che riporta la possibilità dei tardigradi in anidrobiosi di rimanere vitali per oltre un secolo, apparsa

su alcune riviste di divulgazione scientifica, non ha supporto scientifico (Rebecchi *et al*., 2006). Tra tutte queste forme di criptobiosi, l'anidrobiosi è quella che ha maggiormente attirato l'interesse degli studiosi fin dalla sua scoperta nel XVIII secolo. Già Spallanzani (1776), che riteneva il fenomeno una vera resurrezione (da lui fu chiamato reviviscenza), si interessò al fenomeno. L'interesse per l'anidrobiosi è proseguito nel tempo e notevolmente incrementato negli ultimi decenni, come testimoniato dall'ampia gamma di articoli scientifici (dalla morfologia, alla fisiologia, alla biochimica ed alla genetica) che sono stati pubblicati sull'argomento (cfr. Wright, 2001; Rebecchi *et al*., 2007; Guidetti *et al*., 2011a) con l'intento di scoprire il segreto della vita senza acqua per poi applicarlo a quegli organismi non in grado di seccarsi reversibilmente in modo naturale. A tal proposito è molto attiva la ricerca tesa ad individuare e caratterizzare le biomolecole e i meccanismi molecolari che rendono possibile la perdita di acqua da parte delle cellule senza che si verifichi la rottura delle membrane cellulari. Sebbene ancora molto rimanga da indagare, il disaccaride trealosio, le proteine da *stress* termico (Hsps: *Heat shock proteins*) e le proteine LEA (*Late Embryogenesis Abundant*), così come i meccanismi di riparo del DNA e gli enzimi antiossidanti sembrano svolgere un ruolo molto importante nella tolleranza all'essiccamento (Rebecchi *et al*., 2007; Rizzo *et al*., 2010; Wełnciz *et al*., 2011).

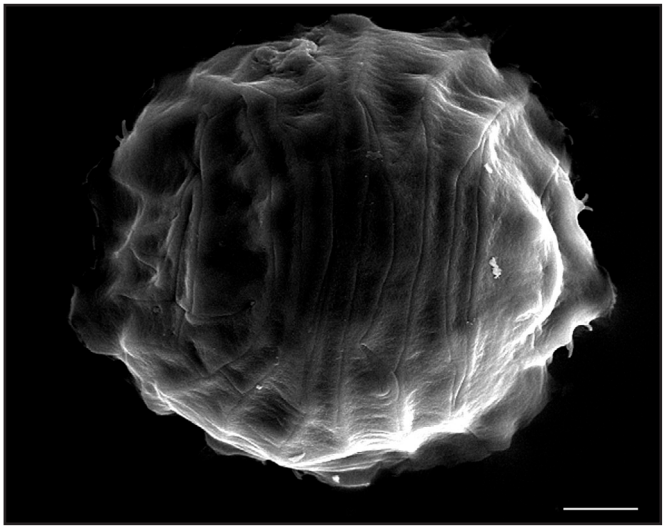

*Fig. 5 – Microfotografia al microscopio elettronico a scansione della botticella (*tun*) di un esemplare essiccato (in anidrobiosi) dell'eutardigrado* Paramacrobiotus richtersi*. Barra = 20 μm*

I tardigradi e lo spazio

Quando l'acqua inizia a mancare, il tardigrado si contrae formando la cosiddetta "botticella" (*tun*, Fig. 5) che rende il processo di disidratazione lento e costante. Tale gradualità fornisce all'animale il tempo necessario per sintetizzare i bioprotettori. L'anidrobiosi termina con il ritorno dell'acqua. È sufficiente aggiungerne un poco al substrato e in un tempo relativamente breve (da mezz'ora a poco più di un'ora) l'animale riprende a muoversi. La capacità di attuare l'anidrobiosi ha consentito ai tardigradi di occupare le terre emerse, probabilmente assieme alle Briofite, e non solo; la criptobiosi nelle sue varie modalità ha consentito ai tardigradi di colonizzare gli ambienti cosiddetti estremi o "ostili alla vita" (più per noi che per loro), quali, come evidenziato in precedenza, quelli ad elevate latitudini e altitudini e i deserti. In questi ambienti, così come nei muschi e nei licheni esposti a ripetuti e stocastici periodi di essiccamento e di reidratazione, i tardigradi, assieme ai nematodi ed ai rotiferi bdelloidei, sono spesso gli unici metazoi presenti.

I tardigradi essiccati, in anidrobiosi, hanno una notevole resistenza ad agenti fisici e chimici. In questo stato superano lunghi periodi di congelamento, ma sopportano anche alte dosi di radiazioni ultraviolette (LD_{50} = 57,66 kJ m^{-2}) e ionizzanti (1000-9000 Gy), temperature molto basse o alte (fino a -273 °C e a +151 °C), elevatissime pressioni atmosferiche (600 MPa), immersione in sostanze chimiche (per esempio, etanolo, H_2S, OsO_4, bromuro di metile) e il vuoto (5 x 10^{-4} Pa), sebbene anche gli animali attivi abbiano dimostrato di avere una discreta/buona tolleranza ad alcuni di questi *stress* fisici estremi (cfr. Jönsson *et al*., 2005, 2008; Horikawa *et al*., 2006, 2008; Rebecchi *et al.,* 2007, 2009b; Ono *et al.,* 2008; Altiero *et al*., 2011).

Sebbene i metazoi rappresentino un utile strumento nella ricerca spaziale, il loro uso è spesso limitato, ad esempio, dal fatto che molti di loro devono essere allevati in bioreattori molto grandi a causa delle elevate dimensioni degli animali. I tardigradi, invece, sono animali miniaturizzati che possono essere conservati o allevati in piccole *facilities* (Altiero & Rebecchi, 2001); inoltre sono organismi pluricellulari complessi, ma più semplici di tanti altri animali, essendo di piccole dimensioni in quanto costituiti da un numero limitato e costante di cellule. Queste caratteristiche, combinate alle sorprendenti caratteristiche di resistenza agli *stress* chimico-fisici estremi, rendono i tardigradi un ottimo modello animale per studiare le strategie adattative che consentono loro di superare gli *stress* ambientali del nostro pianeta, ma anche quelli che caratterizzano l'ambiente spaziale come vuoto, microgravità, radiazioni cosmiche ed elevate dosi di radiazioni ultraviolette e ionizzanti (May *et*

al., 1964; Bertolani *et al*., 2001). Per questo sono stati selezionati come modello di organismi pluricellulari da utilizzare per esperimenti nello spazio. In particolare, nel settembre 2007, i tardigradi sono stati esposti all'ambiente spaziale durante il volo della navicella russa FOTON-M3 che li ha mantenuti nello spazio (*Low Earth Orbit*) per 12 giorni. Sono stati sviluppati tre progetti che avevano come modello i tardigradi. Gli esperimenti di due progetti erano collocati all'esterno del modulo spaziale ed utilizzavano solo animali essiccati [TARDIS (Jönsson *et al*., 2008) e RoTaRad (Persson *et al*., 2011) entrambi promossi dall'ESA, *European Space Agency*]. Il terzo progetto, TARSE (*Tardigrade Resistance to Space Effects*) è stato promosso dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) ed è stato condotto da ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia e dell'Università di Milano. Gli esperimenti di TARSE erano collocati nella *facility* BIOKON (Kayser Italia) all'interno della navicella spaziale e utilizzavano sia animali attivi che essiccati (Rebecchi *et al*., 2009a¸ Rebecchi *et al*., 2011). Oltre agli esperimenti di volo, TARSE includeva anche controlli post-volo a terra.

TARSE aveva come obiettivo generale quello di saggiare i limiti di organismi pluricellulari all'ambiente spaziale (radiazioni e microgravità) mettendo a confronto le risposte di tardigradi attivi (idratati) e di tardigradi secchi (in anidrobiosi) (Rebecchi *et al*., 2009a, 2011). Questo tipo di confronto è a tutt'oggi unico nel panorama della ricerca spaziale, sebbene molti altri organismi sia uni- che pluricellulari siano stati ripetutamente esposti all'ambiente spaziale (Gaubin *et al*., 1990; Mancinelli *et al.*, 1998; Horneck, 1999; Marthy, 2002; Sancho *et al*., 2007). Gli obiettivi specifici di TARSE erano: i) valutare la sopravvivenza e i tratti della *life history* dopo esposizione all'ambiente spaziale; ii) individuare le biomolecole in grado di mantenere vitali le cellule essiccate ed esposte all'ambiente spaziale; iii) individuare gli eventuali danni alle molecole biologiche (compreso il DNA) dopo esposizione all'ambiente spaziale. Come specie modello è stato utilizzato l'eutardigrado Macrobiotidae terrestre *Paramacrobiotus richtersi* (Fig. 2A). In particolare, è stata utilizzata una popolazione diploide anfimittica che vive nella lettiera di foglie di nocciolo (*Corylus avellana*) raccolta a Formigine (Modena) e che da tempo rappresenta la specie modello utilizzata dal nostro gruppo di ricerca nello studio delle strategie adattative utilizzate dai tardigradi per vivere in ambienti ostili alla vita (Rebecchi *et al*., 2009a, b; Rizzo *et al*., 2010; Guidetti *et al*., 2011b).

Come da previsione, la sopravvivenza post-volo dei tardigradi secchi (in anidrobiosi) è stata particolarmente elevata (78,9%); altrettanto elevata (60,6%), e non attesa, è stata anche la sopravvivenza dei tardigradi attivi, quindi idratati (Fig. 6) (Rebecchi *et al*., 2009a, 2011). Durante il volo spaziale i tar-

digradi attivi hanno mutato e le femmine hanno deposto uova la cui morfologia è risultata identica a quella delle uova deposte a terra. Molte di queste uova hanno completato lo sviluppo embrionale durante il volo e dalla loro schiusa si sono ottenuti dei giovani tardigradi privi di alterazioni morfologiche a indicazione che la microgravità non ha alterato lo sviluppo embrionale, a differenza di quanto accaduto per altri animali, come l'anfibio *Xenopus laevi* (Marthy, 2002). I giovani tardigradi nati durante il volo, poi allevati in laboratorio, sono stati a loro volta in grado di riprodursi generando prole normale, supportando il basso impatto del volo spaziale su questi animali (Rebecchi *et al*., 2009a). Le radiazioni, che erano presenti anche se la navicella era schermata, non hanno provocato danni al DNA dei tardigradi, né a quelli secchi, né a quelli attivi (Rebecchi *et al*., 2009a, 2011). Tuttavia, l'ambiente spaziale ha indotto, in un qualche momento del processo di anidrobiosi, l'espressione di proteine Hsps (Hsp70 e Hsp90) nei tardigradi secchi, mentre nei tardigradi attivi ha indotto una significativa modificazione delle difese antiossidanti in quanto si è registrata una diminuzione significativa della catalasi (CAT) e della superossido dismutasi (SOD) a fronte di un aumento significativo del glutatione (Rebecchi *et al.*, 2009a, 2011).

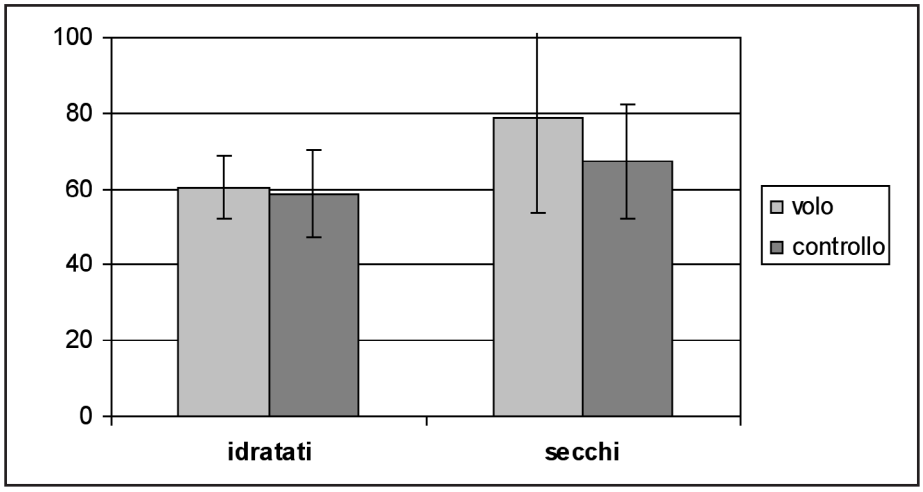

Fig. 6 – Sopravvivenza degli esemplari essiccati e idratati dell'eutardigrado Paramacrobiotus richtersi *del progetto TARSE*

L'insieme dei dati ottenuti con il progetto TARSE, uniti ai dati provenienti dagli altri due progetti che coinvolgevano i tardigradi (Jönsson *et al*., 2008; Persson *et al*., 2011), dimostrano che questi animali, sia attivi che essiccati,

hanno realmente la capacità di tollerare gli *stress* estremi dell'ambiente spaziale e che organismi pluricellulari molto piccoli, ma con proprietà biologiche molto particolari, facilitano le indagini per carpire il segreto, a livello biochimico e molecolare, della vita senza acqua onde poi trasferirlo ad organismi non naturalmente in grado di attuare l'anidrobiosi consentendo, in un futuro, l'eventuale vita al di fuori del pianeta Terra.

La validità di questo modello animale nella ricerca spaziale li ha portati ad essere nuovamente protagonisti di una missione spaziale (VUS-STS-134-ISS). Il progetto TARDIKISS (*Tardigrades in Space*), promosso dall'ASI con il supporto di Kayser Italia, ci vede ancora impegnati nel valutare le risposte di due specie di eutardigradi (*Paramacrobiotus richtersi* e *Ramazzottius oberhaeuseri*) dopo la permanenza per 16 giorni sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) grazie all'ultimo volo dello Shuttle Endeavour, partito da Cape Canaveral (Florida) il 16 maggio 2011.

Bibliografia

Aguinaldo A.M.A., Turbeville J.M., Linford L., Rivera M.C., Garey J.R. & Raff R.A., 1997 – *Evidence for a clade nematodes, arthropods and other moulting animals*. Nature, **387**, pp. 489-493.

Altiero T., Bertolani R. & Rebecchi L., 2010 – *Hatching phenology and resting eggs in tardigrades.* J. Zool., **260**, pp. 290-296.

Altiero T., Guidetti R., Caselli V., Cesari M. & Rebecchi L., 2011 – *Ultraviolet radiation tolerance in hydrated and desiccated eutardigrades.* J. Zool. Syst. Evol. Res., **49** (Suppl. 1), pp. 104-110.

Altiero T. & Rebecchi L., 2001 – *Rearing tardigrades: results and problems.* Zool. Anz., **240**, pp. 217-221.

Altiero T., Rebecchi L. & Bertolani R., 2006 – *Phenotypic life history variations in two clones of* Macrobiotus richtersi *(Eutardigrada, Macrobiotidae).* Hydrobiologia, **558**, pp. 33-40.

Bertolani R., 1982 – *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. *15 Tardigradi.* Verona, Quaderni C.N.R., AQ/1/168, vol. **15**, pp. 1-104.

Bertolani R., 2001 – *Evolution of the Reproductive Mechanisms in Tardigrades. A Review.* Zool. Anz., **240**, pp. 247-252.

Bertolani R. & Rebecchi L., 1999 – *Tardigrada*. In: E. Knobil & J.D. Neill (eds.) "Encyclopaedia of Reproduction", vol. **4**, pp. 703-717, Academic Press, San Diego.

Bertolani R., Rebecchi L. & Cesari M., 2010 – *A model study for tardigrade identification*. In: P.L. Nimis & R. Vignes Lebbe (eds.) "Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems", pp. 333-339, UET, Trieste.

Cesari M., Bertolani R., Rebecchi L. & Guidetti R., 2009 – *DNA barcoding in Tardigrada: the first case study on* Macrobiotus macrocalix *Bertolani & Rebecchi 1993 (Eutardigrada, Macrobiotidae)*. Mol. Ecol. Resources, **9**, pp. 699-706.

Faurby S., Jönsson K.I., Rebecchi L. & Funch P., 2008 – *Variation in anhydrobiotic survival of two eutardigrade morphospecies: a story of cryptic species and their dispersal.* J. Zool, **275**, pp. 139-145.

Gaubin Y., Delpoux M., Pianezzi B., Gasset G., Heilmann C. & Planel H., 1990 – *Investigations of the effects of cosmic rays on* Artemia *cysts and tobacco seeds; results of exobloc II experiment, flown aboard biocosmos 1887.* Nucl. Tracks Radiation Meas., **17**, pp. 133-143.

Gladyshev E. & Meselson M., 2008 – E*xtreme resistance of bdelloid rotifers to ionizing radiation.* PNAS, **105**, pp. 5139-5144.

Goeze J.A.E., 1773 – *Über den kleinen Wasserbär*. In: H.K. Bonnet (ed.), Abh. Insektologie, vol. **2**, Halle, pp. 367-375.

GUIDETTI R., ALTIERO T. & REBECCHI L., 2011a – *On the evolution of dormancy strategies in tardigrades.* J. Insect Physiol., **57**, pp. 567-576.

GUIDETTI R., ALTIERO T., BERTOLANI R., GRAZIOSO P. & REBECCHI L., 2011b – *Survival of freezing by hydrated tardigrades inhabiting terrestrial and freshwater habitats.* Zoology, **114**, pp. 123-128.

GUIDETTI R. & BERTOLANI R., 2005 – *Tardigrade taxonomy: an updated check list of the taxa and a list of characters for their identification.* Zootaxa, **845**, pp. 1-46.

GUIDETTI R., BOSCHINI D., ALTIERO T., BERTOLANI R. & REBECCHI L., 2008 – *Diapause in tardigrades: a study of factors involved in encystment*. J. Exp. Biol., **211**, pp. 2296-2302.

GUIDETTI R., BOSCHINI D., REBECCHI L. & BERTOLANI R., 2006 – *Encystment processes and "Matrioshka-like stage" cyst in a moss-dwelling and in a limnic species of eutardigrades (Tardigrada).* Hydrobiologia, **558**, pp. 9-21.

GUIDETTI R., GANDOLFI A., ROSSI V. & BERTOLANI R., 2005 – *Phylogenetic analysis in Macrobiotidae (Eutardigrada, Parachela): a combined morphological and molecular approach.* Zool. Scripta, **34**, pp. 235-244.

GUIDETTI R., SCHILL R.O., BERTOLANI R., DANDEKAR T. & WOLF M., 2009 – *New molecular data for tardigrade phylogeny, with the erection of* Paramacrobiotus *gen. n.* J. Zool. Syst. Evol. Res., **47**, pp. 314-321.

HAND S.C., 1991 – *Metabolic dormancy in aquatic invertebrates*. Comp. Environ. Physiol., **8**, pp. 2-50.

HORIKAWA D., KUNIEDA T., ABE W., WATANABE M., NAKAHARA Y., YUKUHIRO F., SAKASHITA T., HAMADA N., WADA S., FUNAYAMA T., KATAGIRI C., KOBAYASHI Y., HIGASHI S. & OKUDA T., 2008 – *Establishment of a rearing system of the extremotolerant tardigrade* Ramazzottius varieornatus: *a new model animal for astrobiology.* Astrobiology, **8**, pp. 549-556.

HORIKAWA D.D., SAKASHITA T., KATAGIRI C., WATANABE M., KIKAWADA T., NAKAHARA Y., HAMADA N., WADA S., FUNAYAMA T., HIGASHI S., KOBAYASHI Y., OKUDA T. & KUWABARA M., 2006 – *Radiation tolerance in the tardigrade* Milnesium tardigradum. Int. J. Radiation Biol., **82**, pp. 843-848.

HORNECK G., 1999 – *European activities in exobiology in Earth orbit: results and perspectives.* Adv. Space Res., **23**, pp. 381-386.

JÖNSSON K.I., RABBOW E., SCHILL R.O., HARMS-RINGDAHL M. & RETTBERG P., 2008 – *Tardigrades survive exposure to space in low Earth orbit.* Curr. Biol., **18**, pp. R729-R731.

JÖNSSON K.I., HARMS-RINGDHAL M. & TORUDD J., 2005 – *Radiation tolerance in the eutardigrade* Richtersius coronifer. Int. J. Radiation Biol., **81**, pp. 649-656.

KEILIN D., 1959 – *The problem of anabiosis or latent life: history and current concepts.* Proc. Roy. Soc., **150**B, pp. 149-191.

MANCINELLI R.L., WHITE M.R. & ROTHSCHILD L.J., 1998 – *Biopan survival I: exposure of the extremophiles* Synechoccus *sp. (Nageli) and* Haloarcula *sp. to space environment.* Adv. Space Res., **22**, pp. 327-334.

MARTHY H.-J., 2002 – *Developmental biology of animal models under varied gravity conditions: a review.* Vie et Milieu, **52**, pp. 149-166.

MAY R.M., MARIA M. & GUIMARD J., 1964 – *Actions différentielles des rayons x et ultraviolets sur le tardigrade* Macrobiotus areolatus, *à l´état actif et desséché.* Bull. Biol. France Belgique, **98**, pp. 349-367.

NELSON D.R., GUIDETTI R. & REBECCHI L., 2010 – *Tardigrada*. In: J.H. Thorp, A.P. Covich (eds.) "Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates", 3rd Edition, Vol. **14**, pp. 455-484, Academic Press, Elsevier, Amsterdam.

NILSEN C., 1997 – *Animal Evolution: Interrelationships of the Living Phyla*. Oxford University Press, Oxford UK.

PERSSON D., HALBERG K.A., JØRGENSEN A., RICCI C., MØBJERG N. & KRISTENSEN R.M., 2011 – *Extreme stress tolerance in tardigrades: surviving space conditions in low earth orbit*. J. Zool. Syst. Evol. Res., **49** (Suppl. 1), pp. 90–97.

ONO F., SAIGUSA M., UOZUMI T., MATSUSHIMA Y., IKEDA H., SAINI N.L. & YAMASHITA M., 2008 – *Effect of high hydrostatic pressure on to life of the tiny animal tardigrade*. J. Phys. Chem. Solids, **69**, pp. 2297–2300.

RAMAZZOTTI G. & MAUCCI W., 1983 – *Il Phylum Tardigrada.* Terza edizione riveduta e aggiornata. Mem. Ist. Ital., Idrobiol., **41**, pp. 1-1012.

REBECCHI L., ALTIERO T. & BERTOLANI R., 2002 – *Banding techniques on tardigrade chromosomes: the karyotype of* Macrobiotus richtersi *(Eutardigrada, Macrobiotidae).* Chromosome Res., **10**, pp. 437-443.

REBECCHI L., ALTIERO T., CESARI M., BERTOLANI R., RIZZO A.M., CORSETTO A.P. & GUIDETTI R., 2011 – *Resistance of the anhydrobiotic eutardigrade* Paramacrobiotus richtersi *to space flight (LIFE–TARSE mission on FOTON-M3).* J. Zool. Syst. Evol. Res., **49** (Suppl. 1), pp. 98-103.

REBECCHI L., ALTIERO T. & GUIDETTI R., 2007 – *Anhydrobiosis: the extreme limit of desiccation tolerance.* Invertebr. Surv. J., **4**, pp. 65–81.

REBECCHI L., ALTIERO T., GUIDETTI R., CESARI M., BERTOLANI R., NEGRONI M., RIZZO M.A., 2009a – *Tardigrade resistance to space effects: first results of the experiment of LIFE – TARSE mission on FOTON M3 (September 2007)*. Astrobiology, **9**, pp. 581-591.

REBECCHI L., CESARI M., ALTIERO T. & GUIDETTI R., 2009b – *Survival and DNA degradation in anhydrobiotic tardigrades*. J. Exp. Biol., **212**, pp. 4033-4039.

REBECCHI L., GUIDETTI R., BORSARI S., ALTIERO T. & BERTOLANI R., 2006 – *Dynamics of long-term anhydrobiotic survival of lichen-dwelling tardigrade*s. Hydrobiologia, **558**, pp. 23-30.

REBECCHI L., ROSSI V., ALTIERO T., BERTOLANI R. & MENOZZI P., 2003 – *Reproductive modes and genetic polymorphism in different populations of the tardigrade* Richtersius coronifer *(Eutardigrada, Macrobiotidae)*. Invertebr. Biol., **122**, pp. 19-27.

RIZZO A.M., NEGRONI M., ALTIERO T., MONTORFANO G., CORSETTO P., BERSELLI P., BERRA B., GUIDETTI R. & REBECCHI L., 2010 – *Antioxidant defences in the hydrated and desiccated states of the tardigrade* Paramacrobiotus richtersi. Comp. Biochem. & Physiol. Part B: Biochemistry & Molecular Biology, **156**, pp. 115-121.

SANCHO L.G., DE LA TORRE R., HORNECK G., ASCASO C., DE LOS RIOS A., PINTADO A., WIERZCHOS J. & SCHUSTER M., 2007 – *Lichens survive in Space: results from the 2005 LICHENS experiment.* Astrobiology, **7**, pp. 443-454.

SCHULTZE C.A.S., 1834 – *Macrobiotus Hufelandii animal e crustaceorum classe novum, reviviscendi post diuturnam asphyxian et aridita*ten *potens. etc*. 8 Seiten, 1 tab. C. Curths, Berlin, 6 pp., I Table.

SPALLANZANI L., 1776 – *Opuscoli di Fisica Animale e Vegetabile*. Società Tipografica, Modena, vol. **2**, pp. 1776.

WEŁNICZ W., GROHME M.A., KACZMAREK Ł., SCHILL R.O. &. FROHME M., 2011 – *Anhydrobiosis in tardigrades. The last decade.* J. Insect Physiol., **57**, pp. 577-583.

WRIGHT J.C., 2001 – *Cryptobiosis 300 years on from van Leuwenhoek: what have we learned about tardigrades?* Zool. Anz., **240**, pp. 563-582.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Roberto Simonini*

Accumuli di conchiglie suggeriscono l'esistenza di predatori terrestri del bivalve alloctono *Corbicula fluminea* nel canale di Quarantoli (bassa pianura modenese)

Riassunto

Accumuli di conchiglie del bivalve alloctono invasivo Corbicula fluminea *sono stati rinvenuti in un sito lungo il canale di Quarantoli, nei pressi di Mirandola (MO). Le caratteristiche degli accumuli, costituiti solo da valve separate, prive di legamento e con danni minimi, suggeriscono che essi siano il prodotto della predazione di un mammifero terrestre, probabilmente il ratto (*Rattus norvegicus*).*

Abstract

Heaps of shells of the invasive alien bivalve Corbicula fluminea *were found at a site along the Quarantoli canal, near Mirandola (Po Plain, Italy). The characteristics of the heaps made up only of separated valves, lacking the ligament and almost intact, suggest than they may be the remains of predation by a terrestrial mammal, perhaps the rat (*Rattus norvegicus*).*

Parole chiave: *specie aliene, ratti, conchiglie,* Corbicula*, Pianura Padana*

Key words: *alien species, rats, shells,* Corbicula*, Po Plain, Italy*

* Dipartimento di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 Modena, e-mail: roberto.simonini@unimore.it

Introduzione

Agli inizi del XX secolo la distribuzione del bivalve *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) era limitata ad ambienti lentici e lotici dell'Asia sud-orientale. In seguito questa specie si è diffusa in tutto il mondo, tramite processi di dispersione naturale e, soprattutto, mediata dall'uomo, diventando uno dei bivalvi più invasivi degli ecosistemi dolciacquicoli (USGS http://nas.er.usgs.gov/; DAISIE http://www.europe-aliens.org). La facilità con cui questa specie riesce ad insediarsi in nuovi habitat, diventando spesso la specie bentonica dominante, è legata ad alcune caratteristiche dell'autoecologia della specie, tra cui gli alti tassi di accrescimento e riproduzione e l'elevata adattabilità (Sickel, 1986; McMahon, 2000; McMahon & Bogan, 2001; Sousa *et al.*, 2008). Su scala locale, fattori sinecologici come la presenza di efficaci predatori possono contribuire a limitare il successo di *C. fulminea*. Diverse segnalazioni dall'America settentrionale suggeriscono infatti che *C. fluminea* sia oggetto di predazione da parte di diverse specie di vertebrati (pesci, uccelli e mammiferi) ed invertebrati (gamberi) (Covich *et al.*, 1981; Robinson *et al.*, 1988; Neves & Odom, 1989; McMahon *&* Bogan, 2001).

C. fluminea è presente anche in Italia, dove colonizza canali, fiumi e laghi del bacino del Po, ma fino ad oggi le ricerche si sono concentrate essenzialmente su aspetti biogeografici (Cianfanelli *et al.*, 2007). Nella provincia di Modena le prime segnalazioni di *C. fluminea* risalgono al 2007, quando alcuni individui sono stati fotografati lungo il canale San Pietro nei pressi di Vignola. Campionamenti successivi hanno permesso di verificare che questa specie è diffusa lungo il canale San Pietro, il canale di Marano ed il canale Torbido, con popolazioni di 10-1000 ind. m^{-2} (Simonini *et al.*, 2008).

A partire dal 2010, l'estensione delle ricerche alla bassa pianura ha permesso di evidenziare la presenza di *C. fluminea* anche nel canale di Quarantoli, nei pressi di Mirandola. Qui, durante un periodo di magra invernale, sono state rinvenute sulle sponde numerose conchiglie di *C. fluminea*, per la maggior parte concentrate in accumuli (Fig. 1a-d). In Texas, procioni e ratti muschiati creano accumuli con le conchiglie di *C. fluminea* di cui si alimentano (Neves & Odom, 1989; McMahon *&* Bogan, 2001), ma fino ad oggi non è stata documentata la presenza di predatori delle popolazioni europee di *C. fluminea*.

Questo contributo illustra le caratteristiche delle conchiglie di *C. fluminea* presenti negli accumuli rinvenuti lungo le sponde del canale di Quarantoli. I risultati sono discussi tenendo conto di alcuni aspetti del comportamento dei predatori di *C. fluminea* (Neves & Odom, 1989; McMahon *&* Bogan, 2001) e,

soprattutto, del ratto (*Rattus norvegicus*), una specie ampiamente diffusa nel bacino del Po che può inserire nella sua dieta molluschi gasteropodi e bivalvi (Parisi & Gandolfi, 1974).

Materiali e metodi

Il canale di Quarantoli è un canale ad uso misto (drenaggio/irriguo) in cui è presente acqua tutto l'anno. Nel periodo di magra invernale, il livello dell'acqua è basso (5-15 cm). Il sito studiato si trova nel comune di Mirandola (MO), a nord del centro abitato, a circa 200 m a valle del ponte con cui la SS12 attraversa il canale di Quarantoli (lat. 44°54'37" N, long. 11°04'14"E da Greenwich). Qui la sponda settentrionale del canale si allarga per la presenza di un terrazzamento con scarsa pendenza largo 2-3 m, posto ad un altezza di 30-50 cm dal livello di magra (Fig. 1a). Il 18 gennaio 2011 è stato effettuato un sopralluogo che ha interessato un tratto di circa 2 km a monte ed a valle del sito: a monte gli argini del canale sono privi del terrazzamento e non sono stai rinvenuti accumuli, mentre a valle il terrazzamento continua, ma la frequenza degli accumuli diminuisce progressivamente dopo 500 m.

I campionamenti sono stati eseguiti il 19 gennaio 2011 ed hanno interessato 200 m di terrazzamento. Inizialmente, gli accumuli sono stati individuati muovendosi da monte verso valle lungo il tratto investigato. Ciascun accumulo è stato identificato, segnalato con un cartello e fotografato, esaminando l'ambiente nelle immediate vicinanze e rilevando la presenza di tane, piste, scivoli e tracce di ratti ed altri potenziali predatori (Fig. 1). Al ritorno, tutte le conchiglie ed il resto del materiale presente in alcuni accumuli scelti a caso sono stati accuratamente raccolti in sacchetti di plastica (separatamente per accumulo). Le conchiglie presenti in un raggio di 2 m da ciascun accumulo sono state raccolte separatamente. Tutto il materiale è stato stoccato in laboratorio a -80 °C per alcuni giorni prima di essere esaminato. Il trattamento ha previsto un delicato lavaggio del materiale in acqua corrente attraverso una serie di setacci da 2 mm e 0,5 mm. Dopo avere eliminato i residui grossolani di vegetazione e la ghiaia, la frazione più grossolana (>2 mm) è stata esaminata ad occhio nudo, mentre quella trattenuta dal setaccio più fine è stata esaminata allo stereomicroscopio. Le valve di *C. fluminea* raccolte da ciascun accumulo sono state conteggiate ed esaminante singolarmente, valutando il colore e lo stato del lato esterno (periostraco) e interno. Gli esemplari vivi di *C. fluminea* raccolti dal canale mostrano periostraco integro, giallo/verde o marrone (Fig. 2b), ed interno madreperlaceo con sfumature viola, specialmen-

te lungo i margini del mantello e delle cerniere. Le conchiglie di esemplari morti da tempo in acqua mostrano invece periostraco deteriorato, marrone scuro ed interno bianco opaco. Le conchiglie sono state ricomposte quando possibile, accoppiando le valve destra e sinistra: le caratteristiche della cerniera di *C. fluminea*, lunga e in rilievo, permettono ai margini delle valve di combaciare esattamente se appartengono allo stesso individuo. Infine, le conchiglie sono state esaminate alla ricerca di segni di forzatura e la loro lunghezza è stata misurata tramite calibro micrometrico. L'analisi della varianza (ANOVA) è stata utilizzata per evidenziare eventuali differenze tra gli accumuli per la lunghezza delle conchiglie di *C. fluminea*.

Risultati

Nel tratto di sponda esaminato, lungo circa 200 m, sono stati rinvenuti 14 accumuli di gusci di *C. fluminea* (Fig. 1a) distanti da 2 a 20 m l'uno dall'altro. Tutti gli accumuli erano localizzati lungo tratti di vegetazione battuta, in prossimità di varchi tra la vegetazione riparia del terrazzamento e il fondo del canale (Fig. 1a, b), ai margini del quale sono state osservate tracce impresse sul fango delle riva, riconducibili a ratti (Fig. 1c) o, più raramente, a nutrie. In tutti gli accumuli sono state osservate unicamente conchiglie con valve separate, spesso disposte in pile (con valve sovrapposte una dentro l'altra, Fig. 1d).

Il materiale presente in sei accumuli, scelti a caso tra quelli rinvenuti, era costituito soprattutto da valve separate di *C. fluminea*, da frammenti di esoscheletro di gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*) e da due gusci del bivalve *Anodonta* sp. Sono state rinvenute anche feci di ratto e di nutria.

Nei sei accumuli esaminati sono state conteggiate 164 valve di *C. fluminea* (media 27, minimo 13, massimo 39 valve); altre 20 valve sono state rinvenute nelle immediate vicinanze. Il 98% delle valve raccolte negli accumuli mostrava il colore caratteristico degli esemplari "vivi" di *C. fluminea* (Fig. 1d, Fig. 2a-c), mentre solo 3 valve (2 appaiate) appartenevano ad esemplari morti da tempo: questi ultimi sono stati esclusi dalle analisi successive. Secondo gli accumuli, è stato possibile accoppiare il 97-80% delle valve e ricostruire un totale di 74 conchiglie. In nessun caso è stata riscontrata la presenza di tracce di carne all'interno delle valve, nemmeno a livello dell'inserzione dei muscoli adduttori, dove i tessuti sono più coriacei. Altre 5 conchiglie sono state ricostruite esaminando utilizzando anche le valve raccolte nelle immediate degli accumuli.

Non sono state osservate differenze significative nella lunghezza delle conchiglie dei diversi accumuli (ANOVA, $F_{5, 68}$=1,10, p>0,36) che possono esse-

re quindi attribuite alla stessa popolazione. La lunghezza media era di 3,14 cm (deviazione standard = 0,62 cm), con minimo di 1,3 cm e massimo di 4,21 cm; solamente tre conchiglie avevano lunghezza inferiore a 2 cm, mentre sette esemplari erano lunghi più di 4 cm.

Solo due conchiglie mostravano danni marcati: in entrambi i casi, la valva sinistra presentava tacche sul lato ventrale (Fig. 2a). In tutte le altre conchiglie, i danni erano limitati a tracce di forzatura sui margini anteriore e posteriore: in questi punti, localizzati di norma in corrispondenza della fine della cerniera, le valve erano leggermente deformate in modo da lasciare uno stretto spazio (Fig. 2c). In 58 conchiglie (78% del totale) non sono state trovate tracce del legamento della cerniera (fig. 2c). Numerosi frammenti di legamento sono stati trovati nella frazione di materiale trattenuta dal setaccio di 0,5 mm.

Discussione e conclusioni

Le nuove segnalazioni di *Corbicula fluminea* partono spesso dal ritrovamento di depositi di conchiglie rinvenuti dopo periodi di piena lungo le sponde o i tratti in secca di fiumi, laghi e canali: qui, le conchiglie spiaggiate si distribuiscono in modo uniforme e mostrano spesso con le valve ancora unite dal legamento (cfr. Simonini *et al.*, 2008, Fig. 1c). Depositi simili sono stati osservati anche lungo i margini asciutti del letto del canale di Quarantoli.

Al contrario, a livello del terrazzamento: i) il 90% delle conchiglie erano aggregate in accumuli disposti lungo tratti di vegetazione battuta; ii) erano presenti solo valve separate, prive di carne; iii) spesso in un accumulo erano presenti le due valve della stessa conchiglie. Ciò suggerisce che i depositi di *C. fluminea* nel sito esaminato non siano il risultato di variazioni di livello del canale, ma rappresentino il prodotto dell'attività di un predatore terrestre.

In America procioni e, soprattutto, ratti muschiati raccolgono *C. fluminea* da fiumi e laghi e li consumano nelle immediate vicinanze, creando accumuli di conchiglie in corrispondenza dei siti di alimentazione (Neves & Odom, 1989; McMahon & Bogan, 2001). Le uniche specie presenti nei canali della bassa modenese con nicchia ecologica paragonabile a quella di procioni e ratti muschiati sono la nutria (*Myocastor coypus*) ed il ratto (*Rattus norvegicus*) (Gandolfi & Parisi, 1973; Parisi & Gandolfi, 1974). Individui di entrambe le specie sono stati osservati nel sito investigato nel corso di indagini preliminari condotte nel sito di studio a febbraio e maggio 2010, mentre segni (tracce di passaggio, scivolatoi, feci e orme) riconducibili a nutrie o ratti sono stati riscontrati durante il campionamento di gennaio 2011 (Fig. 1a-c). Tuttavia, la

nutria consuma solo occasionalmente molluschi e le popolazioni dell'Italia settentrionale sono essenzialmente vegetariane (Prigioni *et al.*, 2005), mentre la malacofagia è comune in popolazioni di ratto nel bacino e nel delta del Po: almeno 14 specie di molluschi sono predate da ratti, tra cui i bivalvi d'acqua dolce appartenenti alla famiglia Unionidae e la specie d'acqua salmastra *Cerastoderma glaucum* (Gandolfi & Parisi, 1973; Parisi & Gandolfi, 1974). Le ricerche sul campo di questi Autori hanno evidenziato che i ratti trasportano e consumano i molluschi in "mense", nascoste nell'erba o in prossimità delle tane, creando accumuli (*piles*) di conchiglie, paragonabili a quelli di *C. fluminea* rinvenuti lungo il canale di Quarantoli.

Le tecniche d'apertura dei bivalvi adottate dai ratti variano tra le popolazioni, anche se alcuni aspetti (corretto orientamento della conchiglia, modalità dell'utilizzo degli incisivi inferiori per fare leva o rompere le valve e recidere i muscoli adduttori) dipendono dalle caratteristiche della specie di molluschi predata (Parisi & Gandolfi, 1974). Nel caso degli unionidi, che hanno conchiglie saldamente serrate, una o entrambe le valve vengono rotte all'estremità anteriore o posteriore. Gli accumuli di *Unio* possono contenere anche conchiglie integre, che appartenevano ad individui raccolti da secche causate da variazioni di livello dei corsi d'acqua. In tutti i casi, le conchiglie mantengono ancora le valve unite tramite il legamento. Nel caso di *C. glaucum*, le conchiglie possono essere aperte più facilmente, specialmente nell'area immediatamente posteriore al legamento della cerniera in cui le valve restano leggermente separate; infatti, nei *piles* di *C. glaucum* le conchiglie sono meno danneggiate rispetto a quelle degli unionidi e le valve sono sempre separate. I gusci delle diverse specie di bivalvi consumate dai topi muschiati nordamericani mostrano invece caratteristiche abrasioni sul periostraco di una valva, ma senza tracce di rotture sui margini; inoltre le valve sono ancora unite dal legamento (Neves & Odom, 1989; McMahon & Bogan, 2001).

Le caratteristiche delle conchiglie di *C. fluminea* rinvenute negli accumuli lungo il canale di Quarantoli (valve singole, di norma prive di legamento e quasi integre) ricordano quelle osservate per *C. glaucum*, anche se, paradossalmente, le conchiglie di *C. fluminea* hanno valve perfettamente serrate e guscio molto più spesso e robusto rispetto a quello di altri bivalvi di acqua dolce con taglia simile (McMahon, 2000; McMahon & Bogan, 2001).

È possibile ipotizzare che la strategia adottata dai ratti per aprire le conchiglie di *C. fluminea* preveda la raccolta dei molluschi dal canale ed il trasporto nelle "mense"; qui, il legamento viene reciso a morsi, come suggerito dalla presenza di frammenti di legamento negli accumuli; quindi l'animale potrebbe inserire gli incisivi inferiori nello spazio creato tra le valve e forzare l'a-

pertura della cerniera fino a raggiungere e recidere gli adduttori che si trovano in prossimità delle tracce di forzatura sui margini delle conchiglie (Fig. 2c).

Nel bacino e nel delta del Po, la capacità di predare bivalvi è stata documentata solo in alcune popolazioni di ratti. Ciò dipenderebbe dal fatto che la scoperta di una nuova risorsa (i bivalvi) è fatta accidentalmente dal singolo individuo e viene quindi diffusa trasmessa al resto della colonia (Gandolfi & Parisi, 1973; Parisi & Gandolfi, 1974). Questa scoperta sarebbe avvenuta recentemente nel sito investigato: infatti, qui non erano state trovati accumuli di conchiglie nei monitoraggi del 2010, e anche i tratti di canale a valle ed a monte esaminati nel 2011 erano privi di *piles*. Sembra ragionevole ipotizzare che la malacofagia sia importante soprattutto nei periodi invernali, quando la disponibilità di risorse è minore ed il livello dell'acqua nel canale è più basso. Tuttavia, fino ad oggi il terrazzamento lungo il canale di Quarantoli è stato esaminato in sole poche occasioni e solo durante il giorno, mentre l'attività del ratto è tipicamente crepuscolare e notturna. Ulteriori indagini sono quindi necessarie per confermare l'identità del predatore, la tecnica adottata per aprire le valve e, soprattutto, per valutare l'effetto della predazione sulle popolazioni del bivalve invasivo *C. fluminea*.

Bibliografia

CIANFANELLI S., LORI E. & BODON M., 2007 – *Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy*. In: F. Gherardi (ed.) "Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats", Invading Nature, Springer Series in Invasion Ecology, Springer, Dordrecht, pp. 103-121.

COVICH A.P., DYE L.L. & MATTICE J.S., 1981 – *Crayfish predation on* Corbicula *under laboratory conditions*. Am. Midl. Nat., **105**, pp. 181-188.

GANDOLFI G. & PARISI V., 1973 – *Ethological aspects of predation by rats,* Rattus norvegicus *(Berkenhout), on bivalves* Unio pictorum *L. and* Cerastoderma lamarcki *(Reeve)*. Boll. Zool., **40**, pp. 69-74.

MCMAHON R.F., 2000 – *Invasive characteristics of the freshwater bivalve* Corbicula fluminea. In: R. Claudi and J. Leach (eds.) "Non-indigenous Freshwater Organisms: Vectors, Biology and Impacts", pp. 315-343, Lewis Publishers, Boca Raton.

MCMAHON, R.F. & BOGAN A.E., 2001 – *Bivalves*. In: J.H. Thorp & A.P. Covich (eds.) "Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates", 2nd Edition, pp. 331-428, Academic Press, New York.

NEVES R.J. & ODOM M.C., 1989 – *Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Virginia*. J. Widl. Manage., **53**(4), pp. 934-941.

PARISI V. & GANDOLFI G., 1974 – *Further aspects of the predation by rats on various mollusc species*. Boll. Zool., **41**, pp. 87-106.

PRIGIONI C., BALESTRIERI A. & REMONTI L., 2005 – *Food habits of the coypu (*Myocastor coypus*) and its impact on aquatic vegetation in a freshwater habitat of NW Italy*. Folia Zool., **54**(3), pp. 269–277.

ROBINSON J.V. & WELLBORN G.A., 1988 – *Ecological resistance to the invasion of a freshwater clam,* Corbicula fluminea*: fish predation effects*. Oecologia, **77**, pp. 445-452.

SIMONINI R., GRANDI V. & IOTTI M., 2008 – *Presenza del bivalve alloctono* Corbicula fluminea *(O.F. Müller, 1774) in tre canali dell'alta pianura modenese (bacino del Fiume Panaro)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **139**, pp. 137-144.

SICKEL J.B., 1986 – Corbicula *population mortalities: factors influencing population control*. Am. Mal. Bull., **2**, pp. 89-94.

SOUSA R., ANTUNES C. & GUILHERMINO L., 2008 – *Ecology of the invasive Asian clam* Corbicula fluminea *(Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview*. Ann. Limnol., Int. J. Lim., **44**(2), pp. 85-94.

Fig. 1 – a) Sito campionato lungo il canale di Quarantoli; b) tratti di vegetazione battuta e varco nella vegetazione riparia; c) tracce alla base dei varchi impresse nel fango delle riva; d) accumulo di valve di Corbicula fluminea *(2-3,5 cm). I fogli (15x10 cm circa, con quadretti di 5 mm) indicano la posizione di alcuni accumuli di valve*

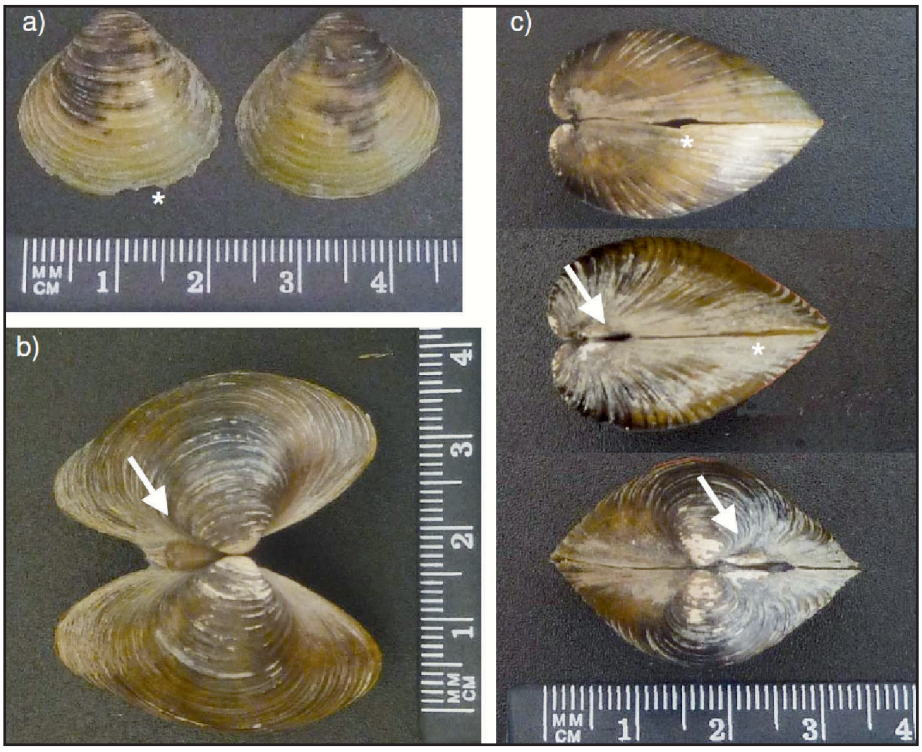

Fig. 2 – Conchiglie di Corbicula fluminea *raccolte presso il canale di Quarantoli: a) conchiglia con valva sinistra che mostra rotture (indicate da un asterisco) sul lato ventrale (a fianco la valva destra, intatta); b) visione dorsale della conchiglia di un esemplare raccolto ancora vivo dal canale e dissezionato in laboratorio (la freccia indica il legamento che tiene unite le cerniere); c) dall'alto al basso, visione anteriore, posteriore e dorsale di una conchiglia ricostruita, le cui valve sono state raccolte in uno degli accumuli presenti lungo la riva del canale (gli asterischi indicano deformazioni e danni, mentre le frecce evidenziano l'assenza del legamento dorsale). Nel punto in cui il legamento è stato rimosso è presente uno spazio tra le due valve*

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Ivano Ansaloni[*], Francesco Grenzi[*], Anna Maria Manzieri[**], Roberto Simonini[*]

La comunità macrozoobentonica di alcune zone umide del Modenese: IV – "Area di riequilibrio ecologico del fontanile di Montale" (comune di Castelnuovo Rangone, provincia di Modena)

Riassunto

Vengono riportati i risultati di un'indagine riguardante la comunità macrozoobentonica dell'Area di riequilibrio ecologico del Fontanile di Montale (Castelnuovo Rangone, MO), quale contributo alla conoscenza della biodiversità di questo importante biotopo. I campionamenti sono stati effettuati, con cadenza stagionale, dal novembre 2003 all'agosto 2004, in tre stazioni: fondo, riva e asta. I taxa rinvenuti sono 85. Sono stati inoltre rilevati i principali parametri chimici e fisici.

Abstract

The results of investigations concerning the macrozoobenthos community of a protected wetland fed by a natural spring named "Fontanile di Montale" (Modena, Italy) are reported as a contribution to the knowledge of the biodiversity of this important biotope. Sampling was carried out in each season of the year from November 2003 to August 2004, in three different sites. 85 taxa were identified. In addition, the main chemical and physical parameters were determined.

Parole chiave: *zone umide, area protetta, biodiversità, macrozoobenthos, "Area di riequilibrio ecologico del Fontanile di Montale" (Castelnuovo Rangone).*

Key words: *wetland, protected area, biodiversity, macrozoobenthos, Italy*

[*] Dipartimento di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Campi 213/D, 41125 MODENA; e-mail: ivano.ansaloni@unimore.it

[**] ARPA (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente) dell'Emilia-Romagna, Sezione di Modena, Viale A. Fontanelli 23, 41121 MODENA

Introduzione

I fontanili o risorgive (localmente conosciuti anche con il nome di "fontanazzi") sono particolari tipi di sorgenti che si riscontrano nella zona di passaggio tra l'alta e la media pianura emiliana (linea dei fontanili), là dove le acque della falda freatica raggiungono spontaneamente la superficie del suolo a causa soprattutto della diminuita permeabilità del mezzo acquifero a valle, che passa da sedimenti grossolani (ghiaie e sabbie) a sedimenti fini (limi e argille).

Il fenomeno di risorgenza che alimenta i fontanili, è legato alle caratteristiche idrogeologiche dello strato di terreno superficiale: la repentina diminuzione di permeabilità orizzontale, che si verifica in corrispondenza del raccordo tra i litotipi grossolani dei conoidi e quelli fini della pianura alluvionale, rappresenta un ostacolo al proseguimento in profondità dell'acqua penetrata alle quote più elevate. Provvista del carico idraulico generato dal dislivello percorso, favorita dal flusso relativamente elevato dell'acqua nei paleoalvei e dall'improvviso addolcimento di pendenza dei depositi alluvionali, l'acqua risale verso la superficie. In relazione alla ridotta profondità locale dell'acquifero, l'acqua raggiunge così il piano campagna e trabocca a giorno: vale a dire "risorge" (Garuti, a.a. 1999-2000; AA.VV., 2001).

Grazie alle loro particolari caratteristiche fisiche, i fontanili costituiscono ambienti di altissimo pregio naturalistico. Per la loro provenienza, le acque delle risorgive sono molto limpide e si mantengono ad una temperatura costante tra i 10 e i 14 °C anche nella stagione invernale, oscillando al massimo di 3-4 °C, determinando così condizioni microclimatiche del tutto caratteristiche.

Il fontanile, secondo lo schema più classico, è costituito da una testa dalla quale si diparte un tratto più o meno rettilineo denominato asta. La testa è lo svaso naturale o talvolta artificiale, di forma subcircolare con diametro che può variare da una decina sino ad alcune decine di metri e una profondità generalmente inferiore a 1 m ma, in casi eccezionali, può superare 3 m. All'interno della testa del fontanile l'acqua sgorga filtrando dal terreno generalmente in più punti da condotte naturali denominati "polle", "occhi di fontana" o "scaturigini". La morfologia dell'asta può fornire informazioni sulla naturalità dell'ambiente: il decorso tortuoso indica il mancato intervento dell'uomo, mentre l'andamento rettilineo o a linea spezzata ne indica la presenza.

L'elevato fabbisogno idrico delle pratiche agricole ha suggerito l'utilizzazione irrigua delle acque così regimate. Venivano scavate ampie buche

intorno alle "polle" per la raccolta dell'acqua (testa) che in seguito era distribuita tramite le aste ottenendo così il duplice risultato di bonificare un'area e di disporre di acqua per l'irrigazione. Le singole polle erano soggette a manutenzione periodica con l'eventuale utilizzo di tubi per evitarne l'otturazione e garantire così una portata costante.

Delle risorgive nelle province di Parma, Reggio Emilia, Modena e Bologna, in molti casi sono rimaste solo tracce nei toponimi legati alla presenza dell'acqua, essendo state ormai completamente sconvolte dalle pratiche agricole intensive o dalle trasformazioni urbanistiche. La causa principale della scomparsa dei fontanili è da ricercarsi nel forte aumento dei prelievi di acque sotterranee avvenuto negli ultimi decenni del secolo scorso in seguito all'espansione edilizia e industriale e a pratiche agronomiche più idroesigenti. Ciò ha comportato l'abbassamento del tetto della falda freatica e, di conseguenza, la mancata alimentazione delle risorgive, il loro prosciugamento, l'abbandono ed il loro progressivo interramento.

Il fontanile di Montale

Il fontanile di Montale (lat. 44°34'03" N; long. 10°55'43" E da Greenwich; alt. 57 m s.l.m.) costituisce un esempio ormai raro di ambiente acquatico che un tempo interessava con maggiore intensità la fascia di transizione tra l'alta e la media pianura. Dalla collaborazione tra il comune di Castelnuovo Rangone e la provincia di Modena è nato nel giugno del 1992 il "*Progetto di Area di riequilibrio ecologico del fontanile di Montale Rangone*", con l'obiettivo di valorizzare un'emergenza naturalistica tipica del territorio, cogliendo le possibilità per una sua tutela e protezione.

La superficie sulla quale si estende il fontanile è una striscia di terreno di proprietà del comune di Castelnuovo Rangone, di 3050 m^2, che da via Santa Lucia si protende ortogonalmente ad essa, in direzione di via Zenzalose (Fig. 1). Dopo circa 185 m la proprietà diventa del comune di Maranello che ha qui un'*enclave* di terreno, avuta nei decenni scorsi a presidio dei pozzi per l'approvvigionamento idropotabile che qui gestiva.

Fig. 1 – Veduta aerea dell'area di riequilibrio ecologico del fontanile di Montale (fascia vegetata)

Negli strumenti urbanistici vigenti l'area è classificata come "zona agricola di tutela naturalistica" e ricade nella zona dichiarata "ad alto rischio di crisi ambientale" dei conoidi dei fiumi Secchia e Panaro.

La storia dell'assetto ambientale del sito è caratterizzata dalla costruzione, intorno agli anni '20 del secolo scorso, di opere di presa delle acque affioranti, costituite da alcuni pozzetti e da un piccolo edificio in pietra (Fig. 2). Questi manufatti costituiscono i primi interventi di un progetto che prevedeva il convogliamento delle acque captate verso la bassa pianura modenese per usi potabili. In seguito lo sviluppo delle tecniche di perforazione dei pozzi artesiani fece abbandonare il progetto.

L'area di studio non presenta la struttura tipica del fontanile: in essa infatti non si individua una vera e propria testa ma uno stagno (Fig. 3) ricavato con lo scavo di un invaso artificiale di forma allungata (70x7 m circa) posto parallelamente al "Fosso Acquetta". Questo ultimo non è altro che l'asta di un fontanile ubicato in un'area privata a monte di via Zenzalose. L'approvvigionamento di acqua dello stagno è assicurato dalla presenza, lungo il decorso del Fosso Acquetta, di due saracinesche poste una a monte l'altra a valle dello stagno stesso. Inoltre, la presenza di una polla intubata a monte dello stagno ne garantisce un costante apporto idrico.

Materiali e metodi

All'interno del fontanile vengono a crearsi diversi habitat in base a copertura vegetazionale, corrente, natura del sedimento: sono questi i motivi che hanno portato alla scelta delle tre stazioni per i campionamenti.

Fig. 2 – Accesso all'area di riequilibrio ecologico del fontanile di Montale (foto G. Tosatti)

Stazione"ASTA": posta in corrispondenza del canale di deflusso dello stagno è caratterizzata da acqua con leggera corrente. La vegetazione più strettamente acquatica è costituita principalmente da canna di palude (*Phragmites australis*), carice (*Carex riparia*), menta acquatica (*Mentha aquatica*) e sedano d'acqua (*Apium nodiflorum*). In occasione del campionamento estivo sono presenti abbondanti alghe filamentose. L'altezza dell'acqua è pressoché costante, intorno ai 25-30 cm.

Stazione "RIVA": individuata in prossimità della sponda dello stagno del fontanile è occupata per lo più da cannuccia di palude (*Phragmites australis)* particolarmente abbondante nel periodo estivo anche se vistosamente danneggiata dalle nutrie. Tracce della presenza di questo mammifero sono ben evidenziate dai camminamenti e dalle grosse cavità nelle quali trova riparo.

Fig. 3 – Particolare dello stagno formato dal fontanile di Montale con fitta vegetazione riparia (foto G. Tosatti)

Stazione "FONDO": situata in corrispondenza della porzione di stagno libera da vegetazione, ad una profondità di circa 70-100 cm, è caratterizzata da un substrato argilloso-limoso, ricco di detrito organico.

I campionamenti si sono svolti con periodicità stagionale nelle seguenti date: 25 novembre 2003 (autunnale), 17 febbraio 2004 (invernale), 10 maggio 2004 (primaverile) e 3 agosto 2004 (estivo).

Per ogni stazione sono stati misurati i seguenti parametri chimici e fisici: temperatura aria e temperatura acqua (°C), conducibilità (S/cm), pH, ossigeno disciolto (% di saturazione e mg/l). I rilievi sono stati effettuati in campo con strumenti digitali portatili. Inoltre nello stagno sono stati prelevati 2 litri di acqua per le analisi di laboratorio effettuate dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) sede di Modena. I parametri presi in considerazione sono: BOD_5, COD, clorofilla a,b,c, fosforo totale, azoto nitrico e ammoniacale (Tab. 1).

La determinazione tassonomica è stata effettuata con l'utilizzo dei seguenti testi: Bivalvi (Castagnolo *et al*., 1980); Gasteropodi (Girod *et al*., 1980); Oligocheti (Sambugar, a.a. 1985-1986); Irudinei (Minelli, 1977); Isopodi (Argano, 1979); Odonati (Marchini, 1983); Efemerotteri (Belfiore, 1983); Tricotteri (Moretti, 1983); Plecotteri (Consilio, 1983); Eterotteri (Tamanini, 1979); Coleotteri (Franciscolo, 1979; Pirisinu, 1981; Sansoni, 1988); Lepidotteri (Fitter & Manuel, 1993; Gabriele, 1990); Ditteri (Ferrarese, 1983; Ferrarese & Rossaro, 1981; Nocentini, 1985; Rivosecchi, 1978, 1984; Rossaro, 1982); ed inoltre Campaioli *et al*., 1994; Campaioli *et al*., 1999; Sansoni, 1988; Tachet *et al*., 1980.

Risultati

Parametri chimico fisici

I parametri chimico fisici misurati nelle stazioni Asta e Riva nelle diverse campagne sono riportati in Tab. 2. In Tab. 1ono invece riportati i valori delle analisi chimiche effettuate da ARPA esclusivamente per lo stagno.

STAGNO	BOD_s mg/l	COD mg/l	$N\text{-}NH^4$ mg/l	$N\text{-}NO^3$ mg/l	P tot mg/l	Cha mg/l	Chb mg/l	Chc mg/l
25/11/2003	<2	17	0,04	6,5	<0,01	0,34	<0,1	0,41
17/02/2004	<2	6	<0,02	<15,7	<0,01	1,36	0,14	0,18
10/05/2004	<2	7	<0,02	20,1	0,02	3,5	1,6	0,9
03/08/2004	<2	8	<0,02	116	0,01	11,13	1,86	2,16

Tab. 1 – Risultati delle analisi chimiche effettuate da ARPA

Dai dati emerge una stabilità qualitativa per la quasi totalità dei parametri monitorati. La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto rispecchia gli andamenti stagionali, con concentrazioni più elevate nel periodo invernale-primaverile, rispetto al periodo estivo autunnale. Si sottolinea inoltre che l'anno 2003 si è rivelato estremamente siccitoso, tale da influire parzialmente sulle caratteristiche idrochimiche dell'acqua del fontanile anche per il periodo autunnale con concentrazioni di ossigeno disciolto di poco superiori a quelle rilevate nel periodo estivo (50,2÷56,4%). Si evidenzia un progressivo aumento della concentrazione di azoto nitrico, più significativo nel periodo estivo, imputabile alla percolazione di sostanze azotate derivanti dalle pratiche agricole applicate nell'intorno dell'area in esame.

La presenza di clorofilla a è strettamente correlata all'andamento delle concentrazioni di nitrati, indicatori del trofismo acquatico. Il valore medio annuale di clorofilla classifica le acque del fontanile come mesotrofiche.

Per quanto riguarda la temperatura dell'acqua si riscontra un andamento anomalo rispetto a quello che caratterizza le risorgive. Questi biotopi sono infatti contraddistinti da una temperatura costante nell'arco dell'anno di circa 13 °C. Non è il caso dell'area oggetto di studio, dove le temperature invernali raggiungono un minimo di 7,7 °C nell'asta e di 16,1 °C in estate nella medesima stazione. Questa condizione è attribuibile all'esigua massa d'acqua che, di conseguenza, risente in modo significativo delle escursioni termiche stagionali.

DATA	STAZIONE	T Aria (°C)	T Acqua (°C)	pH	O_2 mg/l	O_2% sat.	Conduc. µS/cm
25/11/2003	**Asta Autunno**	11,4	12	6,35	6,07	56,40%	970
25/11/2003	**Fontanile Autunno**	11,4	12,2	6,26	5,34	50,20%	973
17/02/2004	**Asta Inverno**	2,75	7,7	6,86	11,9	98,90%	898
17/02/2004	**Fontanile Inverno**	2,75	7,9	6,54	9,24	77%	890
10/05/2004	**Asta Primavera**	19,2	14,8	6,33	8,15	82,70%	988
10/05/2004	**Fontanile Primavera**	19,2	15,6	6,3	9,59	94,30%	982
03/08/2004	**Asta Estate**	26,2	16,1	6,2	4,76	48,50%	984
03/08/2004	**Fontanile Estate**	26,2	15,9	6,03	3,64	36,90%	1062
DATA	**STAZIONE**	**T Aria (°C)**	**T Acqua (°C)**	**pH**	**O_2 mg/l**	**O_2 % sat.**	**Conduc. µS/cm**
25/11/2003	**Asta Autunno**	11,4	12	6,35	6,07	56,40%	970
25/11/2003	**Fontanile Autunno**	11,4	12,2	6,26	5,34	50,20%	973
17/02/2004	**Asta Inverno**	2,75	7,7	6,86	11,9	98,90%	898
17/02/2004	**Fontanile Inverno**	2,75	7,9	6,54	9,24	77%	890
10/05/2004	**Asta Primavera**	19,2	14,8	6,33	8,15	82,70%	988
10/05/2004	**Fontanile Primavera**	19,2	15,6	6,3	9,59	94,30%	982
03/08/2004	**Asta Estate**	26,2	16,1	6,2	4,76	48,50%	984
03/08/2004	**Fontanile Estate**	26,2	15,9	6,03	3,64	36,90%	1062

Tab. 2 – Parametri chimico-fisici misurati in campo

Popolamento macrozoobentonico

Nel complesso per il fontanile sono stati esaminati circa 24.000 esemplari distribuiti tra 85 taxa appartenenti a 4 *phyla*: Cnidari (Idrozoi), Anellidi (Oligocheti e Irudinei), Molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), ed Artropodi (Crostacei ed Insetti). La componente più rappresentata è quella degli Insetti con ben 67 taxa (79% del totale) e 14.820 individui (62% del totale). I Crostacei e gli Oligocheti costituiscono rispettivamente il 5% ed il 7% dei taxa, e il 18 ed il 16% degli individui, mentre gli altri gruppi sistematici sono rappresentati ciascuno da poche specie e da un numero di individui relativamente basso. Gli Insetti sono rappresentati da 7 Ordini; la componente più significativa è data dai Ditteri (59% dei taxa e 78% degli individui) a cui seguono Odonati (13% dei taxa e 1% degli individui), Coleotteri (10% dei taxa e 1% degli individui), Eterotteri (7% dei taxa e 15% degli individui) ed Efemerotteri (6% dei taxa e 5% degli individui). Plecotteri e Tricotteri sono rappresentati da poche specie ed individui.

Considerazioni conclusive

Questa indagine ha permesso di evidenziare come i popolamenti macrozoobentonici siano estremamente ricchi e diversificati, che la composizione e la struttura delle comunità presenti nei diversi habitat si modificano in rapporto alle principali variabili ecologiche e, soprattutto, alla stagionalità così come evidenziato già da Franciscolo (1979).

Il ritrovamento di ben 85 taxa di soli invertebrati legati all'ambiente acquatico in un'area di così ridotte dimensioni e sottoposta a sollecitazioni antropiche, che derivano sia dall'urbanizzazione che dalle coltivazioni intensive circostanti, giustifica l'iniziativa del Comune di Castelnuovo Rangone e della Provincia di Modena, che hanno fortemente voluto la protezione di questo biotopo, con l'istituzione dell' "Area di riequilibrio ecologico del fontanile di Montale". Basti pensare che in un'indagine sul macrozoobenthos delle "Valli le Partite" (Mirandola-Modena) che ha interessato 5 stazioni rappresentative dei diversi habitat presenti in un area di alcuni ettari di superficie ha evidenziato la presenza di "soli" 62 taxa (Ansaloni *et al*., 2009).

La presenza dell'Oligochete *Homochaeta setosa* è di notevole interesse in quanto le segnalazioni di questa specie sono estremamente scarse. È stato rinvenuto infatti solo in alcuni laghi e fiumi europei quali il Rodano, l'Elba, il Danubio e la Cherca (Krka in croato). In Italia *H. setosa* è stata segnalata sola-

mente nel Lago Maggiore (Sambugar, a.a. 1985-86), nel Lago Baccio (Iotti, a.a. 2000-2001) e nelle Valli le Partite di Mirandola (Ansaloni *et al*., 2009). Queste segnalazioni nel territorio modenese stanno ad indicare che la specie di fatto ha un areale di distribuzione più ampio di quanto segnalato in bibliografia.

Peculiare la presenza del Plecottero *Nemoura cinerea* che solitamente si rinviene in ambienti di media-alta montagna (500-1200 m s.l.m., cfr. Consilio, 1980).

Per l'Ordine degli Efemerotteri la presenza tra gli altri di *Beatis niger* e *Paraleptophlebia ruffoi,* è di rilevante interesse faunistico come evidenziato da Buffagni & Belfiore (1994) per alcuni fontanili della provincia di Milano. Sopralluoghi recenti hanno evidenziato una situazione anomala nell'acqua dello stagno ed in parte nel Fosso Acquetta con un notevole strato algale galleggiante mai osservato durante il periodo di campionamento. Questo fenomeno è molto probabilmente da addebitarsi all'arricchimento in nutrienti (nitrati, nitriti, fosfati ecc.) provenienti dall'area agricola circostante, come già evidenziato dalle analisi chimiche dell'acqua effettuate da ARPA nel mese di agosto 2004 (cfr. Tab. 2). Siccome la conservazione della natura e della biodiversità è realizzabile con interventi volti non tanto ad assicurare la protezione diretta delle singole specie quanto a favorire la protezione indiretta, da attuarsi mediante la tutela e il ripristino del territorio e del paesaggio, la riduzione della frammentazione degli habitat e il contenimento delle fonti di pressione, risulta chiaro che dopo un primo passo, messo in atto con la realizzazione di questa Area di riequilibrio ecologico, ne dovranno seguire altri. Il contributo qui presentato si inserisce in quest'ottica ed è avvalorato dall'interesse per questi importanti biotopi, come ribadito da Baratti (1997, 1999) e da Giacomelli (2003). Anche il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha promosso nel 2008 una ricerca volta a censire e monitorare lo stato di salute delle "Zone Umide Minori" (ZUM) presenti nel nostro Paese, svolta dal Centro studi internazionale energia e sviluppo sostenibile (http://www.censo.it).

Il progetto nasce dalla consapevolezza che questi siti, presenti diffusamente su tutto il territorio nazionale, rappresentano una risorsa ambientale preziosissima, pari se non maggiore a quella delle grandi zone umide, sia sotto l'aspetto della salvaguardia della biodiversità, sia perché utilizzati come siti di sosta, rifugio ed alimentazione per molte specie di uccelli acquatici. Inizialmente l'indagine, volta a censire le diverse tipologie di ambienti acquatici di piccole dimensioni ha riguardato solo cinque regioni italiane (Friuli Venezia Giulia, Veneto, Lazio, Sicilia, Sardegna) ed ha portato all'individuazione di ben 28 tipologie differenti di zone umide minori, delle quali 16 natu-

rali e 12 artificiali. Questi risultati inducono una riflessione sull'importanza di estendere tale iniziativa alle altre regioni italiane come primo passo verso un reale impegno di tutela e valorizzazione di questi importanti biotopi (Ansaloni & Prevedelli, 2008).

Ringraziamenti

Si ringraziano il Dott. Nando Pederzini e il Dott. Roberto Fabbri per la determinazione tassonomica della coleotterofauna. Si ringrazia inoltre il Prof. Giovanni Tosatti del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio E. per le considerazioni integrative sull'origine dei fontanili.

Bibliografia

ANSALONI I. & PREVEDELLI D., 2008 – *La comunità macrozoobentonica di alcune zone umide del Modenese: I – Il lago-canale del giardino storico di Villa Sorra (Comune di Castelfranco Emilia)*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, **139**, pp. 75-87.

ANSALONI I., IOTTI M., LUGLI E. & SIMONINI R., 2009 – *Caratterizzazione della comunità macrozoobentonica dei bacini lacustri dell'alto appennino modenese: il lago Baccio*. Accademia Nazionale dei Lincei, Atti dei Convegni Lincei - 250 (2008) , pp. 89-97.

ARGANO R., 1979 – *Isopodi*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **5**, 63 pp.

AUTORI VARI, 2001 – *Risorgive e fontanili. Acque sorgenti di pianura dell'Italia settentrionale*. Pubbl. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.

BARACCHI O. & MANICARDI A. (1985) – *Modena: quando c'erano i canali*. Artioli Editore, Modena, 178 pp.

BARATTI C. (a cura di), 1997 – *Fontanili di Lomellina*. Ed Torchio de'Ricci, Pavia.

BARATTI C. (a cura di), 1999 – *I fontanili: una risorsa idrica e ambientale*. Ed. Guerini & Associati, Milano.

BELFIORE C., 1983 – *Efemerotteri*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **24**, 112 pp.

CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A. & RUFFO S., 1994 – *Manuale per il riconoscimento dei Macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Vol. I, Provincia Autonoma di Trento, 357 pp.

CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A. & RUFFO S., 1999 – *Manuale per il riconoscimento dei Macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Vol. II, Provincia Autonoma di Trento, 127 pp.

CASTAGNOLO L., FRANCHINI D. & GIUSTI F., 1980 – *Bivalvi*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **10**, 64 pp.

CONSIGLIO C., 1980 – *Plecotteri*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **9**, 67 pp.

FERRARESE U., 1983 – *Chironomidi, 3*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **26**, 67 pp.

FERRARESE U., ROSSARO B., 1981 – *Chironomidi, 1*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **12**, 96 pp.

FITTER R. & MANUEL R., 1993 – *La vita nelle acque dolci. Una guida alla fauna e alla flora delle acque interne europee*. Franco Muzzio Editore, 406 pp.

FRANCISCOLO M.E., 1979 – *Coleoptera*. Fauna d'Italia. Haliplidae, Hygrobidae, Gyrinidae, Dytiscidae.

Calderini, Bologna, 804 pp.
GABRIELE P., 1990 – *Farfalle d'Italia e d'Europa. Ambienti, caratteristiche, comportamento*. Mondadori Editore, 192 pp.
GARUTI C., a.a. 1999-2000 – *Inventario dei fontanili del Comune di San Cesario s/P (Provincia di Modena)*. Tesina di laurea in Scienze Naturali, Università di Modena e Reggio Emilia, inedita, 32 pp.
GIACOMELLI E., 2003 – *La Bonifica nella fascia dei fontanili in sponda sinistra del fiume Oglio*, Collegio Geometri Provincia di Brescia, Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio, 271 pp.
GIROD A., BIANCHI M. & MARIANI M., 1980 – *Gasteropodi 1*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **7**, 85 pp.
IOTTI M., a.a. 2001-2002 – *Profilo bioecologico del Lago Baccio (Appennino modenese)*. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università di Modena e Reggio Emilia, inedita, 45 pp.
MARCHINI G., 1983 – *Odonati*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **21**, 79 pp.
MINELLI A., 1977 – *Irudinei*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **1**, 42 pp.
MORETTI G., 1983 – *Tricotteri*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **19**, 155 pp.
NOCENTINI A., 1985 – *Chironomidi 4*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato. "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R, 29: 186 pp.
PIRISINU Q., 1981 – *Palpicorni.* Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **13**, 97 pp.
RIVOSECCHI L., 1984 – *Ditteri*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **28**, 176 pp.
ROSSARO B., 1982 – *Chironomidi 2*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **16**, 79 pp.
SAMBUGAR B., a.a. 1985-1986 – *I Naididi Italiani (Oligochaeta)*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Padova, 246 pp.
SANSONI G., 1988 – *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua* italiani. Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente. Litografica Editrice Saturnia, Trento: 190 pp.
TACHET H., BOURNAUD M. & RICHOUX P., 1980 – *Introduction a l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Imprimerie C.R.D.P., 151 pp.
TAMANINI L., 1979 – *Eterotteri acquatici*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", C.N.R., **6**, 105 pp.

Sono stati inoltre consultati i seguenti siti di Internet:
www.provincia.modena.it/servizio/programmi/ptcp_pdf/RelazionePartePrima.pdf
www.Regione-romagna.it/parchi/common/LR_2aprile1988n11.htm
http://www.censo.it

Allegato

Tab. 3 – Inquadramento sistematico dei taxa rinvenuti nel fontanile di Montale

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Taxon
Cnidaria	Hydrozoa	Hydroida	Hydridae		*Hydra viridissima*
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae		*Homochaeta setosa*
					Pristinella bilobata
					Pristinella jenkinae
			Enchytraeidae		*Enchytraeidae* nd.
			Haplotaxidae		*Haplotaxis gordioides*
		Lumbriculida	Lumbricidae		*Helodrilus neoaliplus patriarcalis*
	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae		*Glossiphonia complanata*
					Glossiphonia heteroclita
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Bithyniidae		*Bithynia leachi*
					Bithynia tentaculata
		Pulmonata	Lymnaeidae		*Lymnaea* sp.
			Viviparidae		*Viviparus contectus*
	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae		*Pisidium casertanum*
Artropoda	Crustacea	Amphipoda	Crangonyctidae		*Synurella ambulans*
			Niphargidae		*Niphargus elegans*
		Isopoda	Asellidae		*Asellus acquaticus*
			Trichoniscidae		*Andronicus dentiper*
	Insecta	Odonata	Calopterygidae		*Calopteryx splendens*
			Coenagrionidae		*Coenagrion coerulescens*
					Coenagrion puella
			Lestidae		*Lestes viridis*
			Libellulidae		*Crocothemis erythraea*
					Libellula quadrimaculata
					Orthetrum cancellatum
			Platycnemididae		*Platychemis pennipes*
		Plecoptera	Nemouridae	Nemourinae	*Nemoura cinerea*
		Ephemeroptera	Baetidae		*Baetis fuscatus*
					Baetis niger
			Caenidae		*Caenis luctuosa*
			Leptophlebiidae		*Paraleptophlebia ruffoi*
		Heteroptera	Corixidae	Micronectinae	*Micronecta (Dichaetonecta) meridionalis*
			Gerridae		*Gerris (Gerris) lacustris*
			Mesoveliidae		*Mesovelia vittigera*
			Naucoridae		*Naucoris (Ilyocoris) cimicoides*
			Nepidae		*Nepa cinerea cinerea*
		Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsychinae	*Cheumatopsyche lepida*
				Hydropsychinae	*Hydropsyche pellucidula*
			Limnephilidae	Limnephilinae	*Limnephilus lunatus*
		Coleoptera	Hidroptilidae		*Laccobius* sp.
					Helochares sp,
					Helophorus sp.
					Hydroporus sp.
			Haliplidae		*Haliplus lineaticollis*
					Haliplus cfr. *heydeni**
			Dytiscidae		*Hydroporus palustris*

			Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	*Culicoides* sp.
					Bezzia sp.
Artropoda	Insecta	Diptera	Chironimidae	Chironominae	*Chironomus plumosus*
					Chironomus sp.
					Dicrotendipes gr. *nervosus*
					Einfeldia sp.
					Paratendipes sp.
					Phaenopsectra sp.
					Polypedilum gr. *convictum*
					Micropsectra f. l. II
					Paratanytarsus f. l. II
					Tanytarsus sp.
				Orthocladiinae	*Brillia modesta*
					Corynoneura sp.
					Eukiefferiella calvescens
					Eukiefferiella claripennis
					Hydrobaenus sp.
					Isocladius sylvestris
					Orthocladius sp.
					Pseudosmittia sp.
					Rheocricotopus dispar
				Prodiamesinae	*Prodiamesa olivacea*
					Prodiamesa sp.
				Tanypodinae	*Macropelopia nebulosa*
					Xenopelopia falcigera
					Procladius sp.
					Tanypus punctipennis
			Muscidae	Coenosiinae	*Lispe* sp.
			Psychodidae	Psychodinae	*Peripsychoda* sp.
					Psychoda sp.
			Simuliidae	Simuliinae	*Eusimulium latizonum*
			Stratiomydae	Beridinae	*Beris* sp.
				Nematolinae	*Nemotelus* sp.
				Stratiomynae	*Stratiomys* sp.
			Tabanidae	Tabaninae	*Tabanus autumnalis*
			Tipulidae	Limoniinae	*Ormosia* sp.
					Pilaria gr. *discicollis*
				Tipulinae	*Tipula (Acutipula) luna*
					Tipula sp.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Alberto Reggiani[1], **Stefano Caruso**[2], **Stefano Vergnani**[3], **Giovanna Curto**[4], **Massimo Bariselli**[4]

Controllo biologico di Lepidotteri carpofagi con nematodi entomopatogeni

Riassunto

I nematodi entomopatogeni appartenenti ai generi Steinernema *ed* Heterorhabditis *sono efficaci agenti di controllo biologico. Da oltre un decennio sono impiegati con successo nella lotta alle larve di* Otiorhynchus *sp. (Coleoptera Curculionidae) su fragola e piante ornamentali e Diptera Sciaridae in fungaie e piante in vaso. Esperienze pluriennali condotte in Emilia-Romagna a partire dal 2004 hanno progressivamente portato all'applicazione di nematodi entomopatogeni su larga scala contro diversi fitofagi di rilevanza economica. Le esperienze più significative hanno riguardato i lepidotteri tortricidi* Cydia pomonella *L. su pero e melo,* Cydia splendana *(Hb.) e* Cydia fagiglandana *(Zel.) su castagno.*

Abstract

Entomopathogenic nematodes belonging to the genera Steinernema *and* Heterorhabditis *are one of the most effective biocontrol agents. They have been successfully applied for over ten years in the control of* Otiorhynchus *sp. (Coleoptera Curculionidae) larvae on strawberry and ornamental plants, and Diptera Sciaridae on mushroom beds and potted plants. Since 2004, the application of entomopathogenic nematodes on a large scale has been spread in Emilia-Romagna (northern Italy), for the control of several pests of economic importance. The most significant experiences have been carried out in the control of codling moth (*Cydia pomonella *L.) on pear and apple orchards, and of chestnut moth (*Cydia splendana *Hb.) and beech tortrix (*Cydia fagiglandana *Zel.) in chestnut woods.*

Parole chiave: *S*teinernema, Heterorhabditis*, Lotta biologica, Lepidoptera Tortricidae, Italia settentrionale*

Key words: Steinernema, Heterorhabditis*, Biocontrol, Lepidoptera Tortricidae, Northern Italy*

[1] Centro Agricoltura Ambiente "G. Nicoli", Via Argini Nord 3351, 40014 Crevalcore (BO); e-mail: areggiani@caa.it
[2] Consorzio Fitosanitario Provinciale, Via Santi 14, 41123 Modena
[3] Ortofrutticola Valle Del Reno, Via Nuova Corporeno 12/A, 44042 Cento (FE)
[4] Servizio Fitosanitario, Regione Emilia-Romagna, Via Saliceto 81, 40128 Bologna

1. Introduzione

Il Phylum Nematoda è un raggruppamento sistematico comprendente oltre 20.000 specie. Si tratta di un complesso di organismi (vermi cilindrici) estremamente eterogeneo nella biologia, nelle modalità riproduttive, negli ambienti e nei substrati di sviluppo. Molte specie vivono in associazione con gli insetti, in rapporti che variano dalla simbiosi mutualistica al parassitoidismo che porta l'ospite alla morte (Deseö-Kovács & Rovesti, 1992) e, in virtù di questo, utilizzate nella lotta biologica di tipo inondativo.

Pur trattandosi di metazoi pluricellulari, i nematodi vengono convenzionalmente inclusi, assieme a virus, batteri, funghi, protozoi, rickettsie e micoplasmi, tra gli agenti entomopatogeni e quindi trattati nell'ambito della lotta microbiologica. Infatti, per il loro impiego diretto come agenti di controllo di organismi dannosi, le problematiche connesse con la loro produzione e applicazione sono assimilabili a quelle che si presentano con i microrganismi (Celli & Maini, 1988).

Negli ultimi anni, tuttavia, la tendenza è quella di considerare i nematodi separatamente dai patogeni e trattarli assieme ai predatori e ai parassitoidi degli insetti; inoltre vengono considerati "entomopatogeni" i nematodi che uccidono l'insetto bersaglio per l'attività dei batteri con cui vivono in simbiosi (Deseö-Kovács & Rovesti, 1992).

I nematodi entomopatogeni sono impiegati per lo più nel controllo biologico delle larve di insetti che vivono nel terreno o in ambienti protetti; i principali ospiti sono compresi negli ordini Coleoptera (Bélair *et al*., 2005; Curto *et al*., 1999), Lepidoptera (Shapiro-Ilan *et al*., 2005), Diptera (Jess *et al*., 2005) e Hymenoptera (Gouge, 2005). In particolare, in Italia, da oltre un decennio, essi sono impiegati con successo nella lotta alle larve di *Otiorhynchus* sp. (Coleoptera Curculionidae) su fragola e piante ornamentali e ai "moscerini della torba" appartenenti ai generi *Lycoria*, *Lycoriella*, *Bradysia* e *Platosciara* (Diptera Sciaridae) in fungaie e piante in vaso (Curto, 2006).

Nella presente nota si riportano i risultati raggiunti a partire dal 2004 in Emilia-Romagna, nell'applicazione su larga scala di nematodi entomopatogeni per il controllo di larve carpofaghe di Lepidoptera Tortricidae, fitofagi chiave di colture frutticole di rilevanza economica e di ambiti forestali nei quali l'uso di insetticidi è sconsigliato per motivi ecologici e di salute pubblica.

2. Bio-ecologia dei nematodi entomopatogeni

I nematodi entomopatogeni appartengono ai generi *Steinernema*, *Neosteinernema* (Rhabditida Steinernematidae) ed *Heterorhabditis* (Rhabditida Heterorhabditidae) (Kaya & Gaugler, 1993; Burnell & Stock, 2000). Essi vivono in simbiosi mutualistica con batteri dei generi *Xenorhabdus*, associati agli steinernematidi, e *Photorhabdus*, associati agli heterorhabditidi (Boemare, 2002; Forst *et al*., 1997) che vengono portati nella faringe e nel tratto iniziale dell'intestino del nematode. La morte in tempi rapidi dell'insetto bersaglio è dovuta all'attività dei simbionti liberati dal nematode dopo la penetrazione nell'ospite. Sempre ad opera dei batteri si devono le tipiche colorazioni assunte dalla vittima: l'ospite ucciso da *Xenorhabdus* diventa bruno-grigiastro mentre se ucciso da *Photorhabdus* diventa tra il bruno-rossastro e il bruno-verdastro, con possibili sfumature luminescenti.

Steinernematidae ed Heterorhabditidae evolvono da uovo ad adulto attraverso quattro età larvali. Si tratta di parassiti di insetti che vivono nel terreno o in habitat criptici (come xilofagi e minatori fogliari). La larva di terza età, detta larva infettiva o larva *dauer*, è l'unico stadio del nematode che persiste libero nel terreno senza alimentarsi (anche per settimane o mesi se le condizioni sono idonee) sfruttando le proprie riserve di glicogeno. La sopravvivenza fuori dell'ospite è permessa da particolari adattamenti morfologici e fisiologici quali il persistere all'esterno della cuticola di seconda età che protegge da agenti biotici e abiotici avversi e l'inattività trofica (dovuta alla bocca chiusa, alla faringe collassata e all'intestino non funzionante).

Le forme infestanti ricercano attivamente gli ospiti da parassitizzare ma per il loro spostamento è necessaria la presenza di un velo liquido. La penetrazione nell'insetto ospite avviene attraverso le aperture naturali (bocca, spiracoli tracheali, ano) e, nel caso degli heterorhabditidi, anche per perforazione delle membrane intersegmentali.

Una volta penetrate nell'ospite, le forme infestanti si liberano della cuticola protettiva e diffondono nell'emocele dove si nutrono di emolinfa. L'inizio dell'attività trofica attiva i batteri simbionti che si moltiplicano e si spostano attraverso il canale digerente veicolati dall'alimento. Una volta espulsi, invadono e degradano i tessuti dell'ospite; inoltre, producono sostanze che proteggono il cadavere dalla colonizzazione di altri microrganismi (Bowen *et al*., 1998). I nematodi, quindi, vengono a trovarsi nelle condizioni ottimali di sviluppo potendo utilizzare un *pabulum* composto dai prodotti di demolizione dei tessuti dell'ospite per l'attività di batterica e dai batteri stessi. La morte dell'insetto avviene entro 24-72 ore dalla penetrazione del nematode per l'azione

congiunta dei due simbionti (Dowds & Peters, 2002). All'interno del cadavere si susseguono diverse generazioni, il cui numero (solitamente da 1 a 3) è variabile in funzione delle dimensioni dell'ospite e del numero di nematodi in esso penetrati. Stimoli legati alla scarsità di alimento inducono la formazione delle forme infestanti (sino a 500.000 per grammo) che, prima di liberarsi nell'ambiente, ripristinano la simbiosi con i batteri. L'intero ciclo vitale dura circa 7-10 giorni a 25 °C, con variazioni in rapporto alla specie e al ceppo di nematode, all'ospite ed ai fattori ambientali.

La persistenza dei nematodi in campo dopo l'applicazione o dopo l'evasione dall'ospite, può essere di settimane o mesi ed è maggiore nei terreni sabbiosi o limosi con buona umidità e con temperature di 15-25 °C, mentre è minore nei suoli argillosi, con temperature inferiori a 10 °C o superiori a 30 °C, con terreno secco o saturo d'acqua. La sopravvivenza a differenti temperature è molto varia ma risultano letali per quasi tutte le specie temperature inferiori a 0 °C o superiori a 40 °C. La graduale riduzione dell'umidità nel substrato permette un adattamento delle larve infettive alle mutate condizioni ambientali e favorisce la loro permanenza all'interno del cadavere dell'ospite fino a quando non sia ripristinata un'adeguata umidità nel terreno (Brown & Gaugler, 1997; Curto, 2006) (Fig. 1).

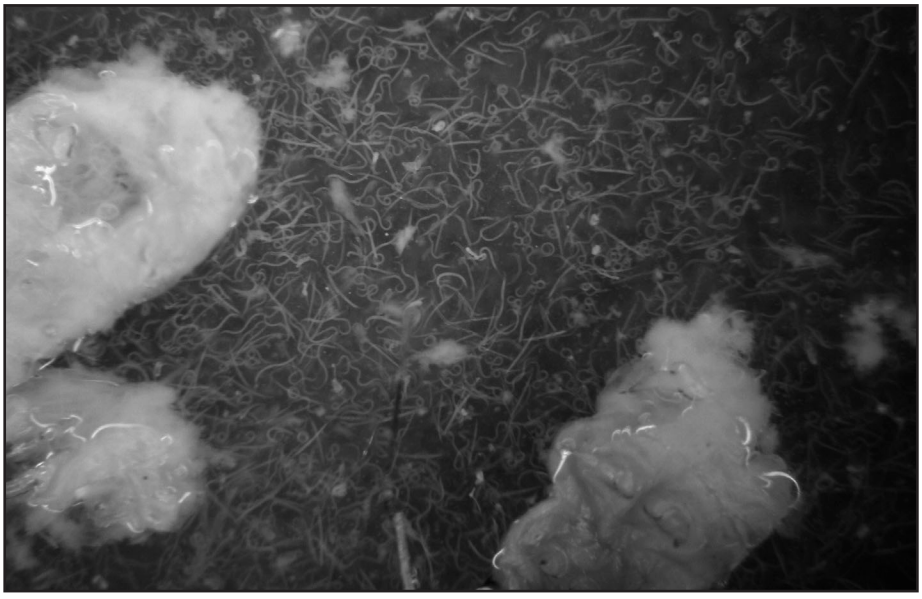

Fig. 1 – Esemplari di Steinernema sp. *fuoriusciti da una larva di* Cydia pomonella *parassitizzata (foto A. Reggiani)*

3. I nematodi entomopatogeni come agenti di lotta biologica

Le specie di nematodi entomopatogeni di maggiore interesse applicativo sono *Steinernema carpocapsae* (Weiser), *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Rhabditida Steinernematidae) ed *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Rhabditida Heterorhabditidae). Si tratta di specie molto comuni nelle regioni temperate (*H. bacteriophora* anche in paesi a clima mediterraneo) per le quali sono disponibili diversi ceppi prodotti in massa e utilizzati nella lotta biologica agli insetti.

In laboratorio la moltiplicazione dei nematodi entomopatogeni è realizzata *in vivo* su larve di *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera Pyralidae) (Friedman, 1990; Ehlers & Shapiro-Ilan, 2005). Su scala industriale, invece, la produzione avviene *in vitro* mediante fermentazione liquida (Grewal & Georgis, 1998). A seguito del processo, la massa di nematodi prodotta viene disidratata e formulata in un substrato inerte (argilla o alginato) con il quale è commercializzata (Grewal & Peters, 2005). Queste confezioni devono essere sempre tenute al buio alla temperatura di 4-6 °C (rispettando la catena del freddo anche in fase di commercializzazione) per mantenere quiescenti le larve infettive: in queste condizioni la conservazione, variabile in funzione della specie, può durare da tre a sei settimane (Grewal, 2002; Curto *et al*., 2010).

I nematodi entomopatogeni, così come gli insetti e gli acari ausiliari, non richiedono registrazioni presso le autorità nazionali; tuttavia, sono assoggettati ad un codice di autoregolamentazione che la comunità scientifica internazionale si è imposta e che riguarda l'utilizzo di specie e ceppi indigeni esclusivamente dei Paesi nei quali sono commercializzati e utilizzati.

Il loro impiego è pratico in quanto, con gli opportuni accorgimenti, vengono distribuiti con le attrezzature di cui le aziende sono normalmente dotate, non hanno tempi di carenza e di rientro, sono compatibili con gli altri mezzi di difesa, sia biologici che chimici, e non comportano l'impiego di protezioni da parte degli operatori che li manipolano e li distribuiscono (Benuzzi & Franceschini, 2002).

Secondo studi condotti da Neumann & Shields (2006), *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ed *H. bacteriophora* occupano nicchie ecologiche abbastanza differenti e possono coesistere (quindi essere simultaneamente utilizzate in strategie di lotta) nello stesso ambiente. Esse, infatti, utilizzano strategie differenti per localizzare e penetrare nell'insetto: ad un estremo si colloca *S. carpocapsae* che si muove poco, rimane vicino la superficie del terreno e spicca un balzo di circa 5 mm quando incontra potenziali ospiti (strategia *ambush*); all'estremo opposto si pone *H. bacteriophora* che è molto mobile e si distribuisce lungo

tutto il profilo del terreno ricercando attivamente insetti ospiti sedentari o poco mobili (strategia *cruise*); fra i due si colloca *S. feltiae* che è in possesso di una certa mobilità ed è in grado di intercettare insetti che vivono nei primi strati di terreno (Campbell & Kaya, 1999; Campbell & Lewis, 2002; Griffin *et al*., 2005). Queste differenze orientano la scelta della specie di nematode più adatta in ragione dell'insetto da combattere, dell'ambiente in cui questo si trova, delle condizioni climatiche e del *timing* di applicazione.

Al momento del trattamento, l'aggiunta di acqua al formulato commerciale riattiva i nematodi. La distribuzione in campo della sospensione acquosa avviene con le normali attrezzature (barre, atomizzatori, lancia a mano ma anche irrigazione in manichetta, a solchi, per caduta, con annaffiatoio, ecc.) con l'accortezza di non superare pressioni di 2000 kPa e di utilizzare ugelli a cono con diametro superiore a 500 μm; i filtri presenti devono essere larghi almeno 300 μm (=50 mesh) altrimenti devono essere rimossi per non danneggiare i nematodi. La buona bagnatura delle piante e del terreno prima e dopo l'applicazione e, nelle ore successive, il persistere di un velo umido del substrato, migliorano notevolmente l'efficacia del trattamento biologico. Il trattamento deve pertanto essere effettuato con elevati quantitativi d'acqua e preferibilmente durante una pioggia. Le temperature non devono essere inferiori a 10-12 °C. Dal momento che i nematodi entomopatogeni sono molto sensibili alle radiazioni ultraviolette le applicazioni devono essere effettuate in condizioni di scarso irraggiamento (all'imbrunire o in giornate nuvolose) (Curto *et al*., 2010).

4. Esperienze condotte contro la carpocapsa su pero e melo

La carpocapsa, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera Tortricidae), è a livello planetario il fitofago chiave nella difesa dei frutteti di melo e pero. Il danno è causato dall'attività trofica delle larve che attaccano i frutti dalle fasi iniziali del loro sviluppo (stadio frutto noce) alla maturazione. I frutti infestati finiscono per cadere, scartati dalla pianta o alterati da marcescenze conseguenti all'insediamento di patogeni. Inoltre, gli attacchi tardivi che possono non essere notati in fase di raccolta, comportano difficoltà di gestione del prodotto in fase di conservazione, in quanto il frutto bacato marcisce alterando anche quelli vicini; analoga sorte accade ai frutti sulla cui superficie, alla raccolta, sono presenti uova vitali che schiudono durante lo stoccaggio in magazzino.

Nei nostri ambienti *C. pomonella* completa tre generazioni all'anno e al termine di ciascuna generazione parte della popolazione entra in diapausa

svernando allo stato di larva matura (V età) all'interno di un bozzolo sericeo. I siti di svernamento sono rappresentati solitamente dagli anfratti della corteccia, se il tronco e i rami della pianta ospite sono rugosi, o dal terreno, nel caso di ospiti con corteccia liscia.

La specie, da sempre temuta e contrastata con ogni mezzo disponibile, nel recente passato è stata fonte di rinnovata attenzione per via di un sensibile inasprimento degli attacchi verificatosi negli ultimi anni. Tra le possibili cause, la diminuzione di efficacia degli insetticidi chimici di sintesi, con conclamati casi di resistenza, ha giocato un ruolo determinante. In questo contesto, la messa a punto e la diffusione di tecniche di lotta biologica (biotecnica e microbiologica) nell'ambito delle strategie di difesa, hanno permesso un sensibile ridimensionamento dei danni da carpocapsa. In particolare, un contributo fondamentale è stato fornito dalla confusione e dalla distrazione sessuale basate sull'uso dell'analogo sintetico del feromone sessuale di *C. pomonella*, dai formulati a base di Spinosad costituito dalla miscela di due metabolici, spinosyn A e spinosyn D, ottenuti durante il processo di fermentazione innescato dal batterio attinomicete *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz & Yao) e da quelli a base del virus della granulosi di *C. pomonella* (CpGV) (Vergnani *et al*., 2009).

La possibilità di impiego dei nematodi nella lotta a *C. pomonella* è stata dimostrata in pieno campo da Lacey & Unruh (1998; 2005), mentre ulteriori sperimentazioni hanno riguardato l'eliminazione di larve diapausanti dai cassoni utilizzati per il trasporto della frutta (Lacey & Chauvin, 1999). Sulla scorta di queste esperienze, tra il 2004 e il 2008, in Emilia-Romagna sono state condotte diverse prove finalizzate alla verifica dell'efficacia di applicazioni di nematodi entomopatogeni del genere *Steinernema* nei confronti delle larve svernanti di carpocapsa. Queste sono state condotte dapprima attraverso prove parcellari su larve sentinella, quindi in ampi parcelloni aziendali (Cornale *et al*., 2006) e, successivamente, estese ad interi frutteti specializzati di melo e pero delle province di Modena, Bologna e Ferrara dove, alla raccolta, erano segnalati ingenti danni da carpocapsa (Reggiani *et al*., 2008; Curto *et al*., 2008; 2009a; 2010). Le esperienze pluriennali hanno permesso di verificare l'efficacia di diversi formulati a base di *S. carpocapsae* e *S. feltiae* in applicazioni primaverili e autunnali, a diversi dosaggi ad ettaro di larve infettive e in diverse condizioni termiche ed igrometriche.

L'epoca di applicazione ottimale dei nematodi è risultata essere quella autunnale, in grado di produrre, nella primavera successiva, una riduzione significativa della popolazione di carpocapsa in prima generazione, determinata dalla maggiore efficacia dei mezzi chimici e biologici applicati su popolazioni ridotte del tortricide. Al contrario, i trattamenti primaverili hanno

manifestato scarsa o nulla efficacia, per via delle basse temperature del periodo quali fattore limitante, ma soprattutto per la progressiva evoluzione delle larve di carpocapsa in crisalidi, strutture compatte impenetrabili ai nematodi.

Le sospensioni di *S. carpocapsae* e *S. feltiae* applicate durante la pioggia, meglio se all'inizio della precipitazione, non appena i tronchi e le branche siano completamente bagnati, con temperature superiori a 12 °C, hanno efficacemente ridotto le popolazioni svernanti di carpocapsa, con tassi di mortalità larvali compresi tra 50 e 100%. In condizioni tecniche e ambientali adeguate è anche possibile ridurre il dosaggio fino a 1,5 x 10^9 larve infettive ha^{-1} senza evidenti riduzioni di efficacia; inoltre, a parità di dose utilizzata per ettaro, indirizzando il trattamento nella parte medio-bassa del tronco viene aumentata la deposizione dei nematodi sulle parti che ospitano la maggioranza delle larve svernanti del fitofago, per via della corteccia più fessurata rispetto a quella delle branche e dei rami distali.

La concomitanza delle piogge con temperature superiori a 12-14 °C è un presupposto che non sempre si verifica. Se la bagnatura è una condizione imprescindibile per entrambe le specie di nematodi, le temperature sub-ottimali di 8-10 °C, frequentemente riscontrate negli ultimi anni durante le piogge autunnali, si sono rivelate limitanti per l'attività di *S. carpocapsae*. *S. feltiae*, invece, si è dimostrato in grado di sopravvivere a queste condizioni climatiche, riducendo il proprio metabolismo e ritornando attivo al ripristinarsi della temperatura ottimale.

I nematodi che raggiungono il terreno per effetto del gocciolamento dalla pianta restano attivi per almeno due settimane dalla loro applicazione e sono in grado di parassitizzare larve di carpocapsa, o di altre specie ospiti, nel terreno e nella parte bassa della pianta.

5. Esperienze condotte contro le tortrici intermedia e tardiva del castagno

Tra i fitofagi del castagno risultano di interesse economico soprattutto le specie carpofaghe che causano la cascola prematura dei ricci o danneggiano direttamente i frutti in accrescimento o prossimi alla maturazione: il balanino *Curculio elephas* Gyll. (Coleoptera Curculionidae), la tortrice precoce *Pammene fasciana* (L.), la tortrice intermedia *Cydia fagiglandana* (Zel.) e la tortrice tardiva *Cydia splendana* (Hb.) (Lepidoptera Tortricidae) (Martini *et al*., 1998).

In Emilia-Romagna, in particolare, recenti osservazioni condotte da Bariselli *et al*. (2008) evidenziano che le principali avversità del castagno sono

rappresentate da *C. splendana* e *C. fagiglandana*, responsabili di perdite produttive anche superiori al 50% e tali da compromettere l'economicità della coltura stessa. Le larve delle due specie sono facilmente distinguibili per la diversa colorazione: rossastra-aranciata in *C. fagiglandana*, crema in *C. splendana*.

Entrambe le specie sono monovoltine e svernano allo stato di larva matura, protetta all'interno di un bozzolo sericeo, per lo più nel terreno e più raramente nelle fessure della corteccia della pianta ospite. Gli adulti sfarfallano nell'estate successiva: *C. fagiglandana* tra metà giugno e agosto (con il picco di volo nella prima metà di agosto) mentre *C. splendana* da luglio fino a settembre (con il picco nella seconda metà di agosto). Sulla base degli sfarfallamenti e per analogia con studi condotti in altri areali, è presumibile che nei castagneti dell'Appennino emiliano-romagnolo, l'incrisalidamento avvenga tra la fine di maggio e il mese di giugno per la tortrice intermedia e dalla fine giugno a luglio per la tardiva.

La gestione degli insetti carpofagi non può prescindere dal rispetto del peculiare contesto ambientale in cui si va ad operare: il castagneto, infatti, non va assimilato ad un frutteto produttivo ma ad un bosco, quindi ad un ecosistema complesso nel quale ogni intervento antropico comporta perturbazioni più o meno gravi della stabilità. Inoltre, in conseguenza alla recente diffusione in Italia della vespa cinese del castagno *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera Cynipidae), l'adozione di tecniche di difesa non impattanti è fondamentale per il rispetto degli antagonisti, sia indigeni che appositamente importati nell'ambito di programmi di lotta biologica classica (*Torymus sinensis* Kamijo, Hymenoptera Torymidae), che nel tempo dovranno portare ad un controllo naturale della vespa cinese.

Nella maggior parte dei casi, infine, la coltivazione delle varietà di pregio di marroni e di castagne da farina avviene in castagneti tradizionali caratterizzati da sesti di impianto irregolari, piante di grandi dimensioni (anche centenarie), pendenze talvolta elevate, ridotta viabilità interna ed altre situazioni di ostacolo all'accesso di macchine operatrici (Maresi, 2006), con ovvie difficoltà nella possibilità di applicare strategie di difesa basate sulla distribuzione di trattamenti in chioma.

Nel quadriennio 2007-2010 sono state effettuate esperienze di lotta alle tortrici intermedia e tardiva con nematodi entomopatogeni. Le prove, condotte in castagneti tradizionali delle province di Modena, Bologna e Ravenna, sono state precedute da saggi di laboratorio che hanno dimostrato la capacità dei nematodi *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ed *H. bacteriophora* di parassitizare le larve dei due tortricidi (Curto *et al*., 2009b).

Gli interventi in pieno campo sono stati effettuati nel periodo primaverile, entro la fine di maggio, quando la popolazione delle specie bersaglio era ancora allo stato larvale, durante un evento piovoso apprezzabile, con temperature maggiori di 12 °C ed elevati quantitativi di acqua. Nel periodo autunnale non sono mai state riscontrate condizioni idonee per il trattamento. Sono stati utilizzati, in applicazioni al terreno, formulati commerciali a base di *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. bacteriophora* e *S. feltiae* + *H. bacteriophora* alla dose di 1,5 x 10^9 larve infettiva ha^{-1}. Le difficoltà tecniche-operative sono state superate grazie all'intraprendenza e all'entusiasmo degli operatori coinvolti che hanno adattato allo scopo varie attrezzature disponibili per l'approvvigionamento idrico e la distribuzione dei formulati.

In tutti i castagneti trattati è sempre stata riscontrata una diminuzione apprezzabile del livello di attacco, con efficacia media dei trattamenti attorno al 50%. Nelle condizioni in cui si è operato *H. bacteriophora* e, in misura leggermente inferiore, la miscela *S. feltiae* + *H. bacteriophora*, hanno evidenziato l'efficacia più elevata. Dal momento che le cidie del castagno sono specie polifaghe in grado di vivere a spese anche di altri ospiti, quali querce, aceri e faggi, è possibile ipotizzare che parte del danno riscontrato sia riconducibile a carpofagi provenienti da ambienti naturali (boschi e castagneti abbandonati) confinanti e che, pertanto, l'efficienza reale delle applicazioni dei nematodi possa essere più elevata rispetto a quanto riscontrato.

6. Conclusioni

I nematodi entomopatogeni rappresentano un eccezionale mezzo di lotta nei confronti delle larve svernanti di tortricidi qualora vengano impiegati con elevata umidità del substrato e temperature superiori a 12 °C. Se per carpocapsa tali condizioni si verificano in autunno, dal momento che in primavera le temperature utili si realizzano all'epoca dell'incrisalidamento delle larve, stadio non suscettibile ai nematodi, per le cidie media e tardiva del castagno, che rimangono nel terreno come larva matura fino alla fine di maggio, l'epoca ottimale di applicazione dei nematodi è quella primaverile.

Nei trattamenti al terreno *H. bacteriophora* è la specie più efficace, in virtù della maggiore mobilità rispetto a *Steinernema* spp., mentre nelle applicazioni in chioma *S. feltiae* è dotata di maggiore resistenza agli abbassamenti termici rispetto a *S. carpocapsae*.

Nonostante le complicazioni connesse all'acquisto, allo stoccaggio e alle modalità di applicazione, i tecnici e gli agricoltori hanno familiarizzato con

l'uso dei nematodi entomopatogeni. Le numerose esperienze condotte nei nostri ambienti a partire dal 2004 hanno progressivamente portato all'applicazione di nematodi entomopatogeni su larga scala: in Emilia-Romagna, dal 2009 l'impiego di questi mezzi biologici è inserito nelle strategie di difesa dalla carpocapsa previste nei Disciplinari di Produzione Integrata delle pomacee e, attualmente, adottato in oltre 800 ha di pereto; mentre nella castanicoltura da frutto esso rappresenta a livello tecnico ed ecologico il più indicato mezzo di lotta ai lepidotteri carpofagi.

Ringraziamenti

Si ringraziano AGRIFUTUR, BECKER UNDERWOOD, E-NEMA *e* INTRACHEM ITALIA *per avere fornito i formulati a base di nematodi entomopatogeni utilizzati nelle prove.*

Bibliografia

BARISELLI M., REGGIANI A., VALERI C. & GAMBETTI D., 2008 – *Castagno, il nemico è soprattutto la cidia*. Agricoltura, **36**(3), pp. 117-118.

BÉLAIR G., WRIGHT D.J. & CURTO G., 2005 – *Vegetable and Tuber Crop Applications*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 255-264.

BENUZZI M. & FRANCESCHINI S., 2002 – *I nematodi entomopatogeni*. AZ BIO, **2**(10), pp. 43-44.

BOEMARE N., 2002 – *Biology, taxonomy and systematics of* Photorhabdus *and* Xenorhabdus. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 35-56.

BOWEN D., ROCHELEAU T.A., BLACKBURN M., ANDREEV O., GOLUBEVA E., BHARTIA R. & FRENCH-CONSTANT R.H., 1998 – *Insecticidal toxins from the bacterium* Photorhabdus luminescens. Science, **280**, pp. 2129-2132.

BROWN I.M. & GAUGLER R., 1997 – *Temperature and humidity influence emergence and survival of entomopathogenic nematodes*. Nematologica, **43**, pp. 363-375.

BURNELL A.M. & STOCK S.P., 2000 – Heterorhabditis, Steinernema *and their bacterial symbionts - lethal pathogens of insects*. Nematology, **2**, pp. 1-12.

CAMPBELL J.F. & KAYA H.K., 1999 – *Mechanism, kinematic performance and fitness consequences of jumping behaviour in entomopathogenic nematodes (*Steinernema *spp.)*. Canadian Journal of Zoology, **77**, pp. 1947-1955.

CAMPBELL J.F. & LEWIS E.E., 2002 – *Entomopathogenic nematode host search strategies*. In: E.E. Lewis, J.F. Campbell & M.V.K. Sukhdeo (eds.) "The Behavioural Ecology of Parasites", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 13-38.

CELLI G. & MAINI S., 1988 – *Lotta biologica integrata in agricoltura*. CESTAAT, Ministero Agricoltura e foreste, SEPE, Roma, 196 pp.

CORNALE R., REGGIANI A., LADURNER E. & FIORENTINI F., 2006 – *Efficacia di bioinsetticidi a base di nematodi entomopatogeni (*Steinernema carpocapsae *e* S. feltiae*) nei confronti di larve di* Cydia pomonella *su pero*. Atti Giornate Fitopatologiche, 2006-I, pp. 37-42.

CURTO G., 2006 – *I principali fitofagi degli apparati radicali di piante ornamentali e forestali in vivaio: efficaci metodi di difesa biologica con nematodi entomopatogeni*. Petria, **16**(3), pp. 295-319.

CURTO G., BOSELLI M. & TACCONI R., 1999 – *Field effectiveness of entomopathogenic nematodes against the sugar-beet weevil* Temnorhinus *(*=Conorrhynchus*)* mendicus *Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) in Italy*. In: R.L. Gwynn, P.H. Smiths, C. Griffin, R.U. Ehlers, N. Boemare & J.P. Masson (eds.) "COST 819 Entomopathogenic Nematodes: Application and Persistence of Entomopathogenic Nematodes", European Communities, Luxembourg, pp. 107-115.

CURTO G., REGGIANI A., VERGNANI S., CARUSO S. & LADURNER E., 2008 – *Effectiveness of entomopathogenic nematodes in the control of* Cydia pomonella *larvae in Northern Italy*. Proc. 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 18-20 February 2008, Weinsberg, Germany, pp. 271-276.

CURTO G., CARUSO S., REGGIANI A. & VERGNANI S., 2009a – *Efficacia dei nematodi entomopatogeni nel contenimento delle larve di carpocapsa (*Cydia pomonella *L.) nell'Italia settentrionale*. Frutticoltura, **71**(3), pp. 45-49.

CURTO G., REGGIANI A., DALLAVALLE E. & BARISELLI M., 2009b – *Contenimento dei lepidotteri carpofagi del castagno per mezzo di nematode entomopatogeni*. Atti 5° Convegno Nazionale Castagno, pp. 140-147.

CURTO G., CARUSO S., REGGIANI A. & VERGNANI S., 2010 – *Difesa del melo dalla carpocapsa con nematodi*. L'Informatore Agrario, **66**(39), pp. 48-50.

DESEÖ-KOVÁCS K.V. & ROVESTI L., 1992 – *Lotta microbiologica contro i fitofagi. Teoria e pratica*. Edagricole, Bologna, 296 pp.

DOWDS B.C.A. & PETERS A., 2002 – *Virulence mechanisms*. In: R. Gaugler (ed.) "Entomopathogenic Nematology", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 79-98.

EHLERS R.U. & SHAPIRO-ILAN D.I., 2005 – *Mass production*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 65-78.

FORST S., DOWDS B., BOEMARE N. & STACKEBRANDT E., 1997 – Xenorhabdus *and* Photorhabdus *spp.: bugs that kill bugs*. Annual Review of Microbiology, **51**, pp. 47-72.

FRIEDMAN M.J., 1990 – *Commercial production and development*. - In: R. Gaugler & H.K. Kaya (eds.) "Entomopathogenic nematodes in biological control", CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 153-172.

GOUGE D.H., 2005 – *Applications for Social Insect Control*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 317-329.

GREWAL P.S., 2002 – *Formulation and application technology*. In: R. Gaugler (ed.) "Entomopathogenic Nematology", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 265-287.

GREWAL P.S. & GEORGIS R., 1998 – *Entomopathogenic nematodes*. In: F.R. Hall & J. Menn (eds.) "Methods in Biotechnology, Vol. 5, Biopesticides: Use and delivery", Humana Press, Totowa N.J., pp. 271-299.

GREWAL P.S. & PETERS A., 2005 – *Formulation and Quality*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 79-90.

GRIFFIN C.T., BOEMARE N.E. & LEWIS E.E., 2005 – *Biology and Behaviour*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 47-64.

JESS S., SCHWEIZER H. & KILPATRICK M., 2005 – *Mushroom Applications*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 191-213.

KAYA H.K. & GAUGLER R., 1993 – *Entomopathogenic nematodes*. Annual Review of Entomology, **38**, pp. 181-206.

LACEY L.A. & CHAUVIN R.L., 1999 – *Entomopathogenic nematodes for control of diapausing codling moth in fruit bins*. Journal of Economic Entomology, **92**, pp. 104–109.

LACEY L.A. & UNRUH T.R., 1998 – *Entomopathogenic nematodes for control of codling moth: Effect of nematode species, dosage, and temperature and humidity under laboratory and simulated field conditions*. Biological Control, **13**, pp. 190–197.

LACEY L.A. & UNRUH T.R., 2005 – *Biological control of codling moth (*Cydia pomonella*, Tortricidae: Lepidoptera) and its role in integrated pest management, with emphasis on entomopathogens*. Vedalia, **12**, pp. 33-60.

MARESI G., 2006 – *Recupero e ricostruzione degli impianti*. In: AA.VV. "Il castagneto da frutto. Norme tecniche e opportunità di reddito per i produttori dell'Appennino centro-settentrionale", Supplemento a "Il Divulgatore", **29**, pp. 8-29.

MARTINI A., BARONIO P., BALDASSARI N. & ROCCHETTA G., 1998 – *I lepidotteri tortricidi del castagno (*Pammene fasciana *L.,* Cydia fagiglandana *Zel. e* Cydia splendana *Hb.) valutati come un'unica entità di danno*. Bollettino dell'Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna, **52**, pp. 105-114.

NEUMANN G. & SHIELDS E.J., 2006 – *Interspecific interactions among three entomopathogenic nematodes,* Steinemema carpocapsae *Weiser,* S. feltiae *Filipjev, and* Heterorhabditis bacteriophora *Poinar, with different foraging strategies for hosts in multipiece sand columns*. Environmental Entomology, **35**(6), pp. 1578-1583.

REGGIANI A., CURTO G., VERGNANI S., LADURNER E., CARUSO S. & BOSELLI M., 2008 – *Effectiveness of entomopathogenic nematodes in the control of* Cydia pomonella *overwintering larvae in northern Italy*. IOBC/wprs Bulletin, **31**, pp. 287-293.

SHAPIRO-ILAN D.I., DUNCAN L.W., LACEY L.A. & HAN R., 2005 – *Orchard Applications*. In: P.S. Grewal, R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan (eds.) "Nematodes as Biocontrol Agents", CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 215-229.

VERGNANI S., CARUSO S., REGGIANI A. & CURTO G., 2009 – *Oggi la carpocapsa è un'avversità gestibile*. Agricoltura (Inserto "Frutticoltura biologica"), **37**(10), pp. 83-86.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Giulia Viotti*, Aurora Pederzoli*, Roberto Guidetti*

La collezione erpetologica del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia

Riassunto

Il Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia ospita diverse collezioni zoologiche prevalentemente risalenti ai secoli XIX e XX. Tali collezioni necessitano di interventi di restauro, di revisioni tassonomiche e di una catalogazione aggiornata. La collezione erpetologica risulta essere composta da 309 esemplari appartenenti a 149 specie. In particolare gli anfibi sono rappresentati da 61 esemplari, di cui 10 appartenenti all'ordine Caudata e i restanti 51 appartenenti all'ordine Anura, per un totale di 37 specie. Gli esemplari di anfibi provengono dal territorio modenese, altri provengono dall'Italia meridionale ma molti provengono dal Sudamerica, oltre ad alcune specie di origine africana. Per quanto riguarda i rettili, il museo conta 248 esemplari, di cui 210 appartenenti all'ordine Squamata (106 Ofidi, 104 Sauri), 27 appartenenti all'ordine Testudines e 11 appartenenti all'ordine Crocodylia. La provenienza è estremamente varia, accanto a numerosi esemplari italiani ne troviamo moltissimi provenienti da Asia, Africa, Americhe e Australia.

Abstract

The Museum of Zoology and Comparative Anatomy of the University of Modena and Reggio Emilia houses several zoological collections mainly from the 19th and 20th centuries. These collections need restoration work, taxonomic revisions and updated cataloguing. The herpetological collection is composed of 309 specimens belonging to 149 species. In particular, Amphibians are represented by 61 specimens, 10 of which belong to the Caudata order and the remaining 51 to the Anura order, for a total of 37 species. The Amphibian specimens come from the territories of Modena or southern Italy, but many come from South America and some from Africa. As regards the Reptiles, the museum counts 248 specimens: 210 Squamata (106 Ophidia, 104 Sauria), 27 Testudines and 11 Crocodylia. The origin of the specimens is extremely various: several of them are from Italy but many are from Asia, Africa, North and South America and Australia.

Parole chiave: *Rettili, Anfibi, Conservazione, Catalogazione, Restauro*

Key words: *Reptiles, Amphibians, Conservation, Cataloguing, Restoration*

* Dipartimento di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 MODENA, e-mail: roberto.guidetti@unimore.it, aurora.pederzoli@unimore.it, queen_gv@hotmail.it

Introduzione

Il Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia ospita collezioni zoologiche che comprendono circa 3300 vertebrati, decine di migliaia di invertebrati tra cui una collezione malacologica ammontante a circa 7000 pezzi, qualche centinaio di scatole con insetti (Bisanti *et al*., 2008) e altrettanti esemplari conservati sotto liquido (Ansaloni *et al*., 2008). Le collezioni sono alloggiate all'interno di diverse sale, in gran parte nelle vetrine storiche (Fig. 1). L'attuale collezione erpetologia del museo è distribuita in più ambienti (Figg. 2 e 3) ma il suo nucleo centrale è conservato in una piccola sala denominata sala "Panceri" in onore di Paolo Panceri illustre medico e zoologo e donatore molti reperti ancora oggi conservati al museo. Le prime notizie riguardanti esemplari erpetologici del Museo di Storia Naturale di Modena (l'attuale Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata) risalgono alla fine del '700 subito dopo la fondazione ufficiale del Museo (datata 1776, cfr. Ansaloni *et al*., 2008). In seguito, per tutta la durata del XIX secolo il Museo incrementò notevolmente la consistenza della collezione erpetologica grazie a donazioni e lasciti da parte di illustri personaggi che nel corso dei loro viaggi in varie parti del mondo raccolsero numerosi esemplari donandoli poi al Museo; tra questi ricordiamo il già citato Paolo Panceri, Luigi Bompani, Pietro Doderlein, Vincenzo Ragazzi, Antonio Carruccio, Paolo Parenti e Luigi Picaglia (Picaglia, 1892), A. Spagnolini (Carruccio, 1879) e G. Casari (Picaglia, 1887) che grazie alla loro attività di raccolta contribuirono in modo notevole al prestigio che in quell'epoca caratterizzava il Museo della Regia Università di Modena.

Fig. 1 – Vetrina storica della sala Panceri con esemplari della collezione erpetologica

La fine del XIX secolo fu il periodo di massimo splendore del Museo di Modena (così come dei musei naturalistici in genere), tanto che era annoverato fra i più belli dell'Europa. In un inventario datato 1846 è riportato che la collezione erpetologica del Museo era formata da 86 specie e 156 esemplari, di cui 84 indigeni e 72 esotici, molti dei quali accompagnati dai rispettivi scheletri e preparazioni anatomiche (Picaglia, 1892). In pochi anni, questi numeri aumentano enormemente, come si può notare consultando l'inventario del 1893: la collezione erpetologica del Museo era distribuita su ben due sale, la sala Panceri che accoglieva 190 specie e 500 esemplari di rettili e 37 specie e 230 esemplari di anfibi e la sala Doderlein che invece ospitava le collezioni provinciali dei rettili e degli anfibi, rispettivamente formate da 12 specie e 93 esemplari e da 11 specie e 116 esemplari, per un totale di quasi 1000 esemplari appartenenti a 250 specie diverse (Picaglia, 1892).

Nel corso del secolo successivo per il Museo iniziò un periodo di declino, dovuto a diverse cause: innanzitutto il passaggio a metodiche di indagine non più basate sull'osservazione macroscopica ma ormai incentrate sull'utilizzo del microscopio; in più le guerre e i numerosi spostamenti di sede contribuirono alla drastica riduzione delle collezioni, con il loro conseguente deterioramento dovuto a una sempre crescente incuria. Solo negli ultimi anni si è proceduto ad una riorganizzazione degli spazi e ad un più ampio restauro e pulizia degli esemplari. In questo contesto si inserisce il censimento e l'attività di recupero della collezione erpetologica del Museo.

Fig. 2 – Sala Panceri contenente la maggior parte degli esemplari della collezione erpetologica

Scopo e metodologia di lavoro

Le attività svolte si sono inserite nell'ambito di un progetto nazionale per il censimento e l'analisi delle collezioni erpetologiche dei Musei Italiani, proposto dal Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara in collaborazione con SHI (Societas Herpetologica Italica) e ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici) (Mazzotti & Miserocchi, 2010). Lo scopo era quello di ottenere una precisa analisi delle collezioni erpetologiche dei musei italiani evidenziandone l'importanza a livello tassonomico, zoogeografico e storico.

Fig. 3 – Vetrina con diversi esemplari di Crocodylia situata nella sala Cavolini insieme alle collezioni ittiologiche

Le attività svolte hanno riguardato il controllo dei dati catalografici reperto per reperto che spesso sono risultati disomogenei ed incompleti. Si è così proceduto ad una catalogazione informatica degli esemplari, ad un aggiornamento della nomenclatura tassonomica, e alla ricerca di informazioni storiche sui reperti. Nell'ambito del Progetto VertEx- Vertebrata Extinta (www.vertebrataextincta.org) che si prefigge di indagare sulla presenza di animali vertebrati minacciati ed estinti nei musei naturalistici italiani si è rilevato per ogni esemplare lo stato di conservazione della specie di appartenenza. Tali informazioni sono state ricavate dalla RED LIST delle specie a rischio di estinzione stilata dalla IUCN (International Union for Conservation of Nature)

(www.iucnredlist.org). Nel contempo si è provveduto al recupero ed eventuale restauro conservativo di 5 esemplari della collezione erpetologica grazie anche alla collaborazione del tassidermista Sig. Sergio Prevedello.

Risultati e Conclusioni

Sulla base del censimento svolto la collezione erpetologica del Museo di Modena risulta essere composta da 309 esemplari appartenenti a 149 specie. In particolare gli anfibi sono rappresentati da 61 esemplari, di cui10 appartenenti all'ordine Caudata e i restanti 51 appartenenti all'ordine Anura, per un totale di 37 specie (Tab. 1). Diversi di questi esemplari sono stati raccolti nel territorio modenese, altri provengono dall'Italia meridionale ma molti provengono dal Sudamerica, oltre ad alcune specie di origine africana. Gli anfibi sono per la maggior parte conservati in liquido e il loro stato di conservazione è generalmente buono, ad eccezione di alcuni casi in cui il liquido di conservazione è evaporato nel corso del tempo. Per quanto riguarda invece i rettili, il Museo di Modena conta 248 esemplari, di cui 210 appartenenti all'ordine Squamata (106 Ofidi, 104 Sauri), 27 esemplari appartenenti all'ordine Testudines e 11 appartenenti all'ordine Crocodylia (Tab. 2). La provenienza è estremamente varia, accanto a numerosi esemplari italiani ne troviamo moltissimi provenienti da Asia, Africa, Americhe e Australia. Gli esemplari sono conservati a secco, in liquido o montati, in uno stato di conservazione generalmente variabile fra il buono e il mediocre (sempre tenendo conto del fatto che si tratta di reperti molto antichi). Sono inoltre presenti 26 reperti costituiti da modelli in plastica o preparati anatomici (soprattutto scheletri e organi interni) acquisiti o preparati dal Museo per scopi didattici e di studio.

In base a questo censimento, si è evidenziato come la collezione erpetologia sia significativamente diminuita nel numero di esemplari e specie dall'inizio del '900 ad oggi. Come evidenziato in Tab. 3, il numero di esemplari e specie è aumentato progressivamente nel corso del XIX secolo fino ad arrivare a più di mille esemplari esposti rappresentanti più di 250 specie. A questi esemplari si aggiungevano diverse decine di preparati osteologici, migliaia di preparati anatomici macroscopici e microscopici, e numerosi esemplari per scambi con altri musei o istituti. Questi ultimi potevano raggiungere anche numeri notevoli, come ad esempio nel 1882 quando raggiunsero la quota di 1780, più del doppio rispetto ai preparati esposti nelle collezioni (Picaglia, 1893).

Al termine di questa attività possiamo affermare che all'interno di un museo naturalistico è indubbiamente necessario curare la componente scienti-

fica, ma allo stesso modo è fondamentale anche l'attività di conservazione dei reperti. Per questa ragione, la scelta delle tecniche da utilizzare e la cura da porre nella manipolazione degli esemplari dipende in gran parte dalla loro storia e dalle metodiche utilizzate nella preparazione dei pezzi, informazioni che però non sono sempre reperibili per tutti gli esemplari della collezione erpetologica.

Ad oggi, nonostante il lavoro svolto, l'attività di censimento e di recupero è ben lungi dall'essere conclusa a causa della elevata quantità di materiale presente al Museo. In particolare si è evidenziata la necessità di una revisione tassonomica della collezione erpetologia. A completamento dell'attività svolta, si spera inoltre di riuscire a trascrivere le informazioni ottenute su apposite schede fornite dal Ministero dei Beni Culturali e di poter allegare ad ogni reperto immagini che ne attestino il reale stato di conservazione, così da creare un *database* accessibile a tutti che potrebbe contribuire a restituire valore alle collezioni museali per una successiva fruibilità ai fini di ricerche tassonomiche, biogeografiche e storiche.

Bibliografia

Ansaloni I., Pederzoli A., Guidetti R., Baraldi L., 2008 – *Museo di Zoologia e Anatomia Comparata*. In "Musei Universitari Modenesi", Editrice Moderna, Bologna, pp. 149-177.

Balli A., 1939 – *Sulla presenza di* Tropidonotus natrix *var.* persa *Pall. nell'Emilia*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **70**, pp. 103-106.

Bisanti M., Pederzoli A. Guidetti R., 2008 – *La Collezione Entomologica del Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **139**, pp. 101-121.

Carruccio A., 1874 – *Indicazione delle specie di rettili e pesci egiziani donati al Museo Anatomo-Zoologico della R. Università di Modena*. Annuario Soc. Nat. di Modena, **8**, pp. 75-97.

Carruccio A. 1879 – *Nuove aggiunte alla fauna de' vertebrati modenesi ed alle collezioni universitarie*. Annuario Soc. Nat. di Modena, **13**, pp. 180-195.

Mazzotti S., Miserocchi D., 2010 – *Censimento e analisi delle collezioni di anfibi e di rettili dei musei italiani*. Museologia scientifica, Memorie, **5**, pp. 22-47.

Picaglia L. 1887 – *Contribuzione all'erpetologia di Bellavista (Repubblica Argentina, Provincia di Corientas)*. Atti Soc. Nat. di Modena, **21**, pp. 83-96.

Picaglia L., 1893 – *Cenni storici dell'Istituto Anatomo-Zoologico della R. Università di Modena 1776-1893*. Atti Soc. Nat. di Modena, **27**, pp. 1-64.

Testi F., 1878 – *Contribuzione alla fauna erpetologica*. Annuario Soc. Nat. di Modena, **22**, pp. 186-190.

Zavattari E., 1922 – *Vertebrati di Cirenaica. Raccolti dal Generale Medico Prof. Francesco Testi*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **53**, pp. 13-22.

Sitografia

Progetto VERTEX: www.vertebrataextincta.org

Red List della International Union for Conservation of Nature: www.iucnredlist.org

Tabelle e Appendici

Tab. 1 – Anfibi della Collezione Erpetologica del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia. n° inv. = numero inventario; Specie storica = nome specifico riportato sul cartellino storico; Loc. Racc. = località e data di raccolta; Raccolta/Dono = chi ha raccolto e/o donato il reperto o indicazione se il reperto è stato acquistato; n° esem. = numero di esemplari che costituiscono il reperto e/o tipologia del reperto; Mod. Cons. = modalità di conservazione; Stato Cons. = stato di conservazione; Note = ad ogni numero corrisponde una nota dell'appendice "Appendice note Anfibi", le lettere in parentesi riportano lo stato di conservazione della specie: DD = data deficient, LC = least concern, = NT = near threatened, VU = vulnerable, EN = endangered (dati provenienti da "The IUNC Red List of Threatened Species").

n° inv.	Ordine	Famiglia	Specie	Specie storica	Loc. Racc.	Raccolta/Dono	n° esem.	Mod. Cons.	Stato Cons.	Note
A01/07	Caudata	Salamandridae	Salamandra salamandra (Linneo, 1758)	Salamandra maculosa Laurenti, 1758			1 adulto, numerose larve		Buono	40 (LC)
A01/11	Anura	Ranidae	Rana esculenta Linneo, 1758	Rana esculenta Linneo, 1758			1 scheletro		Mediocre	45 (LC)
A01/91	Caudata	Salamandridae	Salamandra salamandra (Linneo, 1758)	Salamandra maculosa Laurenti, 1768	Fiumalbo (MO - Italia), 1879	Raccolta A. Carruccio ?	4	In liquido	Buono	27 (LC)
A02/07	Caudata	Proteidae	Proteus anguinus Laurenti, 1768	Proteus anguinus Laurenti, 1768			1		Buono	34 (VU)
A02/11	Anura	Ranidae		Rana sp.			Modello di sviluppo (stadi 1-5)	Gesso	Buono	31
A02/91	Caudata	Salamandridae	Salamandra salamandra (Linneo, 1758)	Salamandra salamandra (Linneo, 1758)			1	In liquido	Molto buono	28 (LC)
A03/07	Caudata	Plethodontidae	Speleomantes italicus (Dunn, 1923)	Hydromantes italicus Dunn, 1923			3		Buono	32 (NT)
A03/11	Anura	Ranidae		Rana sp.			Modello di sviluppo (stadi 6-8)	Gesso	Mediocre	
A03/91	Caudata	Salamandridae	Salamandrina perspicillata (Savi, 1821)	Geotriton fuscus Bonaparte, 1837	Rocca di Fiumalbo (MO - Italia), 1879	Dono Riva e Fam. Coppi	3	In liquido	Buono	16
A04/07	Anura	Bufonidae	Bufo marinus (Linneo, 1758)	Bufo agua Clark, 1916			1		Buono	38
A04/91	Caudata	Salamandridae	Triturus cristatus (Laurenti 1768)	Triton cristatus Laurenti, 1768	Dintorni di Modena (Italia)		6	In liquido	Buono	29 (LC)
A05/07	Anura	Bufonidae	Pleurodema bibrani Tschudi, 1838	Pleurodema bibrani Tschudi, 1838			2		Buono	42 (NT)
A05/91	Caudata	Proteidae	Proteus anguinus Laurenti, 1768	Proteus anguinus Laurenti, 1768	Grotta della Maddalena (Italia)		1	In liquido	Mediocre/ Buono	20
A06/07	Anura	Discoglossidae	Bombina bombina (Linneo, 1761)	Bombina bombina (Linneo, 1761)			1		Buono	33 (LC)
A06/91	Caudata	Pleurodelinae	Triturus cristatus (Laurenti 1768)	Triton cristatus Laurenti, 1768		Dono F. Testi	1	In liquido	Buono	30
A07/07	Anura	Bufonidae	Chaunus spinulosus (Wiegmann, 1834)	Phryniscus nigricans Wiegmann, 1834			2		Buono	41
A07/91	Caudata	Ambystomatidae	Ambystoma mexicanum (Shaw & Nodder, 1798)	Ambystoma pisciformis	Messina (Italia)	Dono Grosoli	1	In liquido	Buono	2

A08/07	Anura	Discoglossidae	Discoglossus pictus pictus Otth, 1837	Discoglossus pictus pictus Otth, 1837			1		Buono	36 (LC)
A08/91	Anura	Hylidae	Hyla arborea (Linneo, 1758)	Hyla arborea (Linneo, 1758)			3	In liquido	Buono	18 (LC)
A09/07	Anura	Discoglossidae	Discoglossus pictus sardus Tschudi, 1837	Discoglossus pictus sardus Tschudi, 1837			1		Buono	37 (LC)
A09/91	Anura	Hylidae	Hyla arborea (Linneo, 1758)	Hyla arborea (Linneo, 1758)	Prignano (MO - Italia)		2	Montati	Buono	19 (LC)
A10/07	Anura	Discoglossidae	Bombina bombina (Linneo, 1761)	Bombina bombina (Linneo, 1761)			3		Buono	35 (LC)
A10/91	Anura	Ranidae	Rana esculenta Linneo, 1758	Rana esculenta Linneo, 1758	Dintorni di Modena (Italia)		2	In liquido	Buono	21 (LC)
A11/07	Anura	Hylidae	Hyla arborea (Linneo, 1758)	Hyla arborea (Linneo, 1758)			7		Buono	39 (LC)
A11/91	Anura	Ranidae	Rana esculenta Linneo, 1758	Rana esculenta Linneo, 1758	Prignano (MO - Italia)		1	In liquido	Buono	26 (LC)
A12/91	Anura	Ranidae	Rana dalmatina (Fitzinger, 1839)	Rana agilis Thomas, 1855	Modenese (Italia)		1	In liquido	Mediocre	22 (LC)
A13/91	Anura	Ranidae	Rana temporaria Linneo, 1758	Rana temporaria Linneo, 1758			2	In liquido	Mediocre/ Buono	23 (LC)
A14/91	Anura	Leptodactylidae	Cerathophrys ornata Bell, 1843	Cerathophrys ornata Bell, 1843	Mato Grosso (Brasile)	Dono Luppi Ferruccio	1	Montato	Buono	11
A15/91	Anura	Dicroglossidae	Hoplobatrachus tigerinus (Daudin, 1802)	Rana tigrina Merrem, 1820	Hong Kong (Cina), ott. 1884	Raccolta e Dono Parenti	2	In liquido	Buono	
A16/91	Anura	Alytidae	Alytes obstetricans Laurenti, 1768	Alytes obstetricans Laurenti, 1768	da Schluter?	Acquisto gen. 1896	1	In liquido	Mediocre/ Buono	1
A17/91	Anura	Leptodactylidae	Leptodactylus ocellatus (Linneo, 1758)	Cystignathus ocellatus Wagler, 1830	Rio Paranà, 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	2	In liquido	Mediocre/ Buono	13
A18/91	Anura	Bufonidae	Pseudepidalea variabilis ?	Bufo variabilis Laurenti, 1768	Modenese (Italia)		2	In liquido	Mediocre/ Buono	3 (LC)
A19/91	Anura	Bufonidae	Bufo bufo (Linneo, 1758)	Bufo vulgaris Laurenti, 1768			1	Montato	Buono	4
A20/91	Anura	Bufonidae	Bufo bufo (Linneo, 1758)	Bufo vulgaris Laurenti, 1768	Modenese (Italia)		2	Montati	Molto buono	5
A21/91	Anura	Bufonidae	Bufo bufo (Linneo, 1758)	Bufo vulgaris Laurenti, 1768	Dintorni di Fiumalbo (MO - Italia), 1879		1	In liquido	Buono	6
A22/91	Anura	Bufonidae	Bufo marinus (Linneo, 1758)	Bufo agua Clark, 1916	vedi nota 7	Raccolta e Dono P. Parenti	1	In liquido	Buono	7
A23/91	Anura	Bufonidae	Bufo marinus (Linneo, 1758)	Bufo agua Clark, 1916	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	1	In liquido	Mediocre	8
A24/91	Anura	Bufonidae	Bufo marinus (Linneo, 1758)	Bufo agua Clark, 1916	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P. Parenti	1	In liquido	Mediocre	9
A25/91	Anura	Bufonidae	Bufo arunco (Molina, 1782)	Bufo chilensis, Tschudi, 1838	Coronel (Cile), 1880	Raccolta e Dono V. Ragazzi	3	In liquido	Buono	(LC)
A26/91	Anura	Bufonidae	Bufo pantherinus Smith, 1828	Bufo pantherinus Smith, 1828	Egitto	Dono Panceri	3	In liquido	Buono	(EN)
A27/91	Anura	Ranidae	Rana ridibunda Pallas, 1771	Rana ridibunda Pallas, 1771	Derna (Cirenaica - Libia)	Dono Generale Testi, 1920	9	In liquido	Mediocre	24 (LC)

A28/91	Anura	Ranidae	Rana maritima Risso, 1827	Rana esculenta Linneo, 1758	Prignano (MO - Italia)		1	In liquido	Scarso	25 (LC)
A29/91	Anura	Leptodactylidae	Leptodactylus gracilis (Dumeril & Bibron, 1840)	Cystignatus gracilis Dumeril & Bibron, 1840	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Mediocre	14
A30/91	Anura	Bufonidae	Bufo pantherinus Smith, 1828	Bufo pantherinus Smith, 1828	Coste del Mar Rosso	Dono V. Ragazzi	2	In liquido	Mediocre/ Buono	(EN)
A31/91	Anura	Ranidae	Rana dalmatina (Fitzinger, 1839)	Rana agilis Thomas, 1855	Veronese (Italia)	Dono De Betta	1	In liquido	Buono	(LC)
A32/91	Anura	Bufonidae	Pseudepidalea viridis (Laurenti, 1768)	Bufo viridis Laurenti, 1768	Sardegna (Italia), 1873	Raccolta A. Carruccio ?	1	In liquido	Mediocre	(LC)
A35/91	Anura	Hylidae	Pseudis paradoxa (Linneo, 1758)	Pseudis paradoxa (Linneo, 1758)	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Mediocre	(LC)
A36/91	Anura	Leptodactylidae	Leptodactylus ocellatus (Linneo, 1758)	Cystignathus ocellatus Wagler, 1830	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Mediocre	12
A38/91	Anura	Leiuperidae	Engystomops pustulosus (Cope, 1864)	Engystomops stentor Boulenger, 1882	Is. Taboga (Panama), gen. 1884	Raccolta e Dono Parenti	2	In liquido	Mediocre	15
A39/91	Anura	Pelobatidae	Pelobates cultripes (Cuvier, 1829)	Pelobates cultripes (Cuvier, 1829)	Gironda (Francia)	Dono De Betta	1	In liquido	Mediocre	(NT)
A04/11	Anura	Ranidae		Bufo sp.			1 cranio		Pessimo	48
A40/91	Anura	Bufonidae	Bufo dorbignyi Dumeril & Bibron, 1841	Bufo dorbignyi Dumeril & Bibron, 1841	Rio Paranà, 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Mediocre	10 (LC)
A41/91	Anura	Ranidae	Rana latastei Boulenger, 1879	Rana latastei Boulenger, 1879	Verona (Italia)	Dono De Betta	1	In liquido	Mediocre	(VU)
A42/91	Caudata	Salamandridae	Salamandrina perspicillata (Savi, 1821)	Geotriton fuscus Bonaparte, 1837	Fiumalbo (MO - Italia), 1879?	Dono Riva	4	In liquido	3 Buono e 1 Mediocre	17
A05/11	Anura	Ranidae		Rana sp.			1 cinto pelvico		Buono	43
A06/11	Anura	Ranidae		Rana sp.			1 cinto toracico		Buono	44
A07/11	Anura	Ranidae	Bufo sp.				2 mandibole		Buono	
A08/11	Anura	Ranidae	Rana esculenta Linneo, 1759	Rana esculenta Linneo, 1758			1 scheletro		Mediocre	46 (LC)
A09/11	Anura	Ranidae	Rana esculenta Linneo, 1760	Rana esculenta Linneo, 1758			1 scheletro		Cattivo	47 (LC)

Tab. 2 – Rettili della Collezione Erpetologica del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia. n° inv. = numero inventario; Specie storica = nome specifico riportato sul cartellino storico; Loc. Racc. = località e data di raccolta; Raccolta/Dono = chi ha raccolto e/o donato il reperto o indicazione se il reperto è stato acquistato; n° esem. = numero di esemplari che costituiscono il reperto e/o tipologia del reperto; Mod. Cons. = modalità di conservazione; Stato Cons. = stato di conservazione; Note = ad ogni numero corrisponde una nota dell'appendice "Appendice note Rettili", le lettere in parentesi riportano lo stato di conservazione della specie: DD = data deficient, LC = least concern, = NT = near threatened, VU = vulnerable, EN = endangered (dati provenienti da "The IUNC Red List of Threatened Species").

n° inv.	Ordine	Sottor dine	Famiglia	Specie	Specie storica	Loc. Racc.	Raccolta/ Dono	n° esem.	Mod. Cons.	Stato Cons.	Note
R001/1 1	Squamata	Sauria	Chamaeleonidae	Chamaeleo africanus Laurenti, 1768	Chamaeleo africanus Laurenti, 1768			1 scheletro		Buono	182
R001/9 1	Squamata	Ophidia	Viperidae	Crotalus atrox Baird & Girard, 1853	Crotalus atrox Baird & Girard, 1853	Cedarhills (Texas, USA)		1	In liquido	Buono	50
R002/1 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980			1 scheletro		Buono	185
R002/9 1	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus fulvius fitzingeri (Jan, 1858)	Elaps fulvius (var. fitzingeri) Fitzinger, 1826	Chanchamayo (Perù), set. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	59
R003/1 1	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1	1 carapace	Buono	
R003/9 1	Squamata	Ophidia	Elapidae	Bungarus caeruleus (Schneider, 1801)	Bungarus	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	27
R004/1 1	Crocodylia	Eusuchia	Alligatoridae	Alligator sp.				1	Montato	Buono	
R004/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Scaphiodontophis venustissimus (Gunther, 1893)	Erythrolamprus venustissimus (sinonimo ambiguo) Bocourt, 1886	Brasile		1	In liquido	Buono	71
R005/1 1	Crocodylia	Eusuchia	Crocodylidae					1	Montato	Buono	
R005/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Oxyrrhopus rhombifer Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Oxyrrhopus rhombifer Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	1	In liquido	Buono	124
R006/1 1	Crocodylia	Eusuchia	Crocodylidae					1	Montato	Mediocre	
R006/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Xenodon rhabdocephalus (Wied, 1824)	Xenodon rhabdocephalus (Wied, 1824)	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	3	In liquido	Buono	
R007/1 1	Crocodylia	Eusuchia	Alligatoridae	Alligator sp.				1	A secco	Buono	188
R007/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Lystrophis dorbignyi (Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854)	Heterodon dorbignyi Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	2	In liquido	Buono	
R008/1 1	Squamata	Ophidia	Boidae		Python sp.			1 scheletro		Buono	193
R008/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Lygophis lineatus (Linneo, 1758)	Dromicus lineatus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Payta (Perù), agosto 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R009/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Ptyas mucosa Linneo, 1758	Coryphodon blumenbachii Dumeril & Bibron, 1854	Amoy (Cina), ottobre 1884	Raccolta e Dono P. Parenti	1	In liquido	Mediocre	48
R01/07	Squamata	Sauria	Lacertidae	Lacerta viridis (Laurenti, 1768)	Lacerta viridis (Laurenti, 1768)			1		Buono	176 (LC)
R010/9 1	Squamata	Ophidia	Amphisbaenidae	Amphisbaena fuliginosa Linneo, 1758	Amphisbaena fuliginosa Linneo, 1758	Sud America		1	In liquido	Buono	15
R011/9 1	Squamata	Ophidia	Boidae	Eryx jaculus Linneo, 1758	Eryx jaculus Linneo, 1758	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1913 o 1914	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	1	In liquido	Mediocre/ Buono	72
R012/9 1	Squamata	Ophidia	Aniliidae	Anilius scytale (Linneo, 1758)	Tortrix scytale Dumeril & Bibron, 1844	Guiana		1	In liquido	Buono	151
R013/9 1	Squamata	Ophidia				Rio Paranà	Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Mediocre	
R014/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Macroprotodon cucullatus Geoffroy de St-Hilaire, 1827	Macroprotodon cucullatus Geoffroy de St-Hilaire, 1827	Bengasi (Cirenaica Libia), estate 1914 o 1915	Dono F. Testi (1920)	2	In liquido	Buono	109 (LC)
R015/9 1	Squamata	Ophidia					Dono P. Parenti ?	1	In liquido	Buono	1
R016/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Chironius carinatus Linneo, 1758	Herpetodryas carinatus Boulenger, 1886	Sud America		1	In liquido	Mediocre	82
R017/9 1	Squamata	Ophidia	Colubridae	Xenodon rhabdocephalus (Wied, 1824)	Xenodon rhabdocephalus (Wied, 1824)	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	3	In liquido	Buono	166

R018/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Leptodeira annulata Linneo, 1758	Leptodeira annulata Linneo, 1758	Cerro de Pasco (Perù), set. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	100
R019/91	Squamata	Sauria	Chamaeleonidae	Chamaeleo chamaeleon (Linneo, 1758)	Chamaeleon vulgaris Daudin, 1802	Bengasi, Marsa Susa, Derna, Tobruk (Cirenaica - Libia), estate 1913, 1914, 1915	Dono F. Testi (1920)	12	In liquido	Buono	30
R020/91	Squamata	Sauria	Chamaeleonidae	Chamaeleo calyptratus Dumeril & Dumeril, 1851	Chamaeleo calcarifer (Peters, 1870)	Aden (Yemen)	Acquisto e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Mediocre/ Buono	
R021/91	Squamata	Sauria	Chamaeleonidae	Chamaeleo chamaeleon (Linneo, 1758)	Chamaeleon vulgaris Daudin, 1802		Acquisto dalla Scuola di veterinaria	2	In liquido	Buono	31
R022/91	Squamata	Sauria	Chamaeleonidae	Chamaeleo chamaeleon (Linneo, 1758)	Chamaeleon vulgaris Daudin, 1802	Africa		1	Montato	Mediocre	32
R023/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Tiliqua rugosa (Gray, 1825)	Trachysaurus rugosus Dumeril & Bibron, 1839	Australia centrale	Dono F. Luppi	1	Montato	Mediocre	153
R024/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Tiliqua rugosa ?				1	In liquido	Buono	2
R025/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Lygophis anomalus (Gunther, 1858)	Coronella pulchella Jan, 1863	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Ottimo	44
R026/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Chrysopelea ornata Shaw, 1802	Chrysopelea ornata Shaw, 1802	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), febbraio 1885	Raccolta e Dono P. Parenti	1	In liquido	Ottimo	34
R027/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Lygophis flavifrenatus (Cope, 1862)	Dromicus amabilis Jan & Sordelli, 1867	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	1	In liquido	Buono	
R028/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Drepanoides anomalus (Jan, 1863)	Cloelia anomala (Jan, 1863)	Panama, gennaio 1884	Raccolta e Dono P. Parenti	1	In liquido	Buono	35
R029/91	Squamata	Ophidia	Tropidophiidae	Trachyboa gularis Peters, 1860	Trachyboa gularis Peters, 1860	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P. Parenti (giu. 1883)	1	In liquido	Buono	152
R03/07	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera ammodytes (Linneo, 1758)	Vipera ammodytes (Linneo, 1758)			1		Buono	194
R30/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Lygophis anomalus (Gunther, 1858)	Coronella pulchella Jan, 1863	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	1	In liquido	Buono	
R031/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede, 1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980	Sardegna (Italia)	Dono Falconi	2	In liquido	Mediocre (Pessimo)	37
R032/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Naja haje Linneo, 1758	Naja haje Linneo, 1758	Bengasi (Cirenaica Libia), estate 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	1	In liquido	Buono	111
R033/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Naja haje Linneo, 1758	Naja haje Linneo, 1758	Bengasi (Cirenaica Libia), 1920	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	1	In liquido	Buono	112
R034/91	Squamata	Ophidia	Boidae	Epicrates cenchria Linneo, 1758	Epicrates cenchria Linneo, 1758	Chanchamayo (Perù), 1880	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Buono (Ottimo)	69
R035/91	Squamata	Sauria	Iguanidae	Iguana iguana Linneo, 1758	Iguana tuberculata Laurenti, 1768	Guayaquil (Ecuador)	Dono M. Levrini	1	Montato	Mediocre	85
R036/91	Squamata	Sauria	Teiidae	Tupinambis teguixin (Linneo, 1758)	Salvator nigropunctatus Duméril & Bibron, 1839	Sud America		1	Montato	Mediocre	140
R037/91	Squamata	Sauria	Varanidae	Varanus bengalensis (Daudin, 1758)	Varanus bengalensis (Daudin, 1758)	Bengala (India)		1	Montato	Buono	
R038/91	Squamata	Sauria	Iguanidae	Iguana delicatissima Laurenti, 1768	Iguana nudicollis Merrem, 1820	Sud America	Acquistato a Milano	1	Montato	Mediocre/ Buono	86
R039/91	Squamata	Sauria	Teiidae	Tupinambis merianae (Duméril & Bibron, 1839)	Salvator merianae Duméril & Bibron, 1839	Sud America	Dono M . Levrini	1	Montato	Buono	141
R04/07	Squamata	Ophidia	Boidae	Python sebae (Gmelin, 1789)	Python natalensis (Smith, 1840)			1 rene		Buono	180
R040/91	Squamata	Sauria	Teiidae	Tupinambis merianae (Duméril & Bibron, 1839)	Salvator merianae Duméril & Bibron, 1839	Sud America		1	Montato	Mediocre	198
R041/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Eumeces schneideri (Daudin, 1802)	Plestiodon aldrovandi Dumeril & Bibron, 1839	Regione dell'Atlante (Marocco)	Dono Malmusi	2	In liquido	Buono	
R042/91	Squamata	Sauria	Iguanidae	Iguana iguana Linneo, 1758	Iguana tuberculata Laurenti, 1768	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	Montato	Molto buono	87
R043/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae	Stenocercus iridescens (Gunther, 1859)	Leiocephalus iridescens iridescens Burt & Burt, 1930	Guayaquil (Ecuador), giugno 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R044/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Lyriocephalus scutatus Linneo, 1758	Lyriocephalus scutatus Linneo, 1758	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), febbraio 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	106
R045/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae	Microlophus grayii (Bell, 1843)	Holotropis grayii	Isola Chatam (Galapagos - Ecuador), mar. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	83

R046/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Eumeces schneideri (Daudin, 1802)	Plestiodon aldrovandi Dumeril & Bibron, 1839	Regione dell'Atlante (Marocco)	Dono Malmusi	2	In liquido	Mediocre/ Buono	133
R047/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Moloch horridus Gray, 1841	Moloch horridus Gray, 1841	Australia	?	2	In liquido	Buono	
R048/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Bronchocela cristatella (Kuhl, 1820)	Calotes cristatellus Boulenger, 1885	Singapore, feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre/ Buono	28
R049/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Chlamydosaurus kingii Gray, 1825	Chlamydosaurus kingii Gray, 1825	Nuovo Galles del Sud (Australia), 1895		1	In liquido	Buono	33
R05/07	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Caretta caretta (Linneo, 1758)	Caretta caretta (Linneo, 1758)			1 scheletro		Mediocre	189 (EN)
R050/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Calotes mystaceus Dumeril & Bibron, 1837	Calotes mystaceus Dumeril & Bibron, 1837	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre/ Buono	29
R051/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Trapelus agilis (Olivier, 1807)	Agama agilis (Olivier, 1807)	Arabia	Dono P. Panceri (1875)	3	In liquido	Buono	
R052/91	Squamata	Sauria			Aporoxelis princeps	Bender Cassim (Migiurtinia - Somalia)	Dono Corni	1	Montato	Buono	19
R053/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Uromastyx aegyptia (Forksal, 1775)	Uromastix spinipes Dumeril & Bibron, 1837	Egitto, prima del 1873	Dono P. Panceri	1	Montato	Buono	156
R054/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Uromastyx acanthinura (Bell, 1825)	Uromastix acanthinurus Bell, 1825	Africa		1	Montato	Buono	157
R055/91	Squamata	Sauria	Varanidae	Varanus indicus (Daudin, 1802)	Monitor chlorostigma Gray, 1831	Isola Ticao (Filippine), set. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	110
R056/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Bothrops alternatus Dumeril & Bibron, 1854	Bothrops alternatus Dumeril & Bibron, 1854	Brasile		1	Montato	Mediocre	22
R057/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Crotalus horridus Linneo, 1758	Crotalus horridus Linneo, 1758	Brasile		1	Montato	Mediocre	49
R058/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Chironius fuscus Linneo, 1758	Herpetodryas fuscus Dumeril & Bibron, 1854	Brasile, 1872	Raccolta e Dono Spagnolini	1	In liquido	Buono	
R059/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Naja haje Linneo, 1758	Naja haje Linneo, 1758	Bengasi (Cirenaica Libia)	Dono F. Testi (1920)	1	In liquido	Mediocre	113
R06/07	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas (Linneo, 1758)	Chelonia mydas (Linneo, 1758)			1 cuore con vasi		?	192 (EN)
R060/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus corallinus (Merrem, 1820)	Elaps corallinus Merrem, 1820	Isola Taboga (Panama), gen. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	60
R061/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus fulvius (Linneo, 1766)	Elaps fulvius Baird & Girard, 1853	Cerro de Pasco (Perù), set. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Molto buono	
R062/91	Squamata	Ophidia				Saati (Eritrea), 1888	Dono P. Parenti	3	In liquido	Buono	3
R063/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Cerastes cerastes Linneo, 1758	Cerastes aegyptiacus Dumeril & Bibron, 1854	Egitto	Raccolta e Dono P.Parenti	5	In liquido	Buono	
R064/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Naja naja Linneo, 1758	Naja tripudians Merrem, 1820	Colombo (Sri Lanka/Ceylon), feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R065/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Pelamis platura (Linneo, 1766)	Pelamis bicolor Schneider, 1799	Golfo di Panama (Rada di Panama - Panama), dic. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	125
R066/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Agama spinosa Gray, 1831	Agama spinosa Gray, 1831	Coste del Mar Rosso	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Buono	11
R067/91	Squamata	Sauria	Iguanidae	Iguana iguana Linneo, 1758	Iguana tuberculata Laurenti, 1768	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R068/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Agama spinosa Gray, 1831	Agama spinosa Gray, 1831			2	In liquido	Buono	12
R069/91	Squamata	Sauria	Iguanidae	Amblyrhynchus cristatus Bell, 1825	Oreocephalus cristatus Gray, 1854	Isola Chatam (Galapagos - Ecuador), mar. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	118
R07/07	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Caretta caretta (Linneo, 1758)	Caretta caretta (Linneo, 1758)			esofago e laringe		Buono	196 (EN)
R070/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Stenodactylus sthenodactylus (Lichtenstein, 1823)	Stenodactylus elegans Fitzinger, 1826	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	4	In liquido	Mediocre	145
R071/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Pogona barbata (Cuvier, 1829)	Amphibolurus barbatus	Nuovo Galles del Sud (Australia)		1	In liquido	Buono	14
R072/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Marsa Susa, Bengasi e Tolmetta (Cirenaica - Libia), estati 1913, 1914 e 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	23	In liquido	Mediocre/ Buono	146 (LC)
R073/91	Squamata	Sauria	Phyllodactylidae	Tarentola annularis (Geoffroy de St-Hilaire, 1827)	Platydactylus aegyptiacus Wagler, 1830	Egitto	Dono P. Panceri	3	In liquido	Mediocre/ Buono	129
R074/91	Squamata	Sauria	Agamidae	Uromastyx aegyptia (Forksal, 1775)	Uromastix spinipes Dumeril & Bibron, 1837	Egitto, prima del 1873?	Dono P. Panceri ?	1	In liquido	Mediocre/ Buono	158

R075/91	Squamata	Sauria				Nuovo Galles del Sud (Australia), 1895		1	In liquido	Buono	4
R076/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Bitis arietans Merrem, 1820	Bitis arietans Merrem, 1820	Oltre Giuba (Somalia?), 1930	Dono L. Luppi	1	Montato	Buono	20
R078/91	Crocodylia	Eusuchia	Alligatoridae	Alligator sp.				1			168
R079/91	Crocodylia	Eusuchia	Alligatoridae	Alligator sp.				1	Montato	Mediocre	169
R08/07	Squamata	Sauria	Scincidae	Eumeces schneideri (Daudin, 1802)	Eumeces schneideri (Daudin, 1802)			1		Buono	195
R080/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1	A secco	Buono	
R081/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1	A secco	Buono	
R082/91	Testudines	Cryptodira	Testudinidae	Testudo graeca Linneo, 1758		Italia centrale		1	Montato	Buono	
R083/91	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Emys orbicularis (Linneo, 1758)	Testudo europaea Scheneider, 1783			1 scheletro	A secco	Mediocre	
R084/91	Testudines	Cryptodira						1 carapace	A secco	Buono	
R085/91	Testudines	Cryptodira	Testudinidae	Testudo graeca ?				1	Montato	Buono	
R086/91	Testudines	Cryptodira	Testudinidae	Testudo graeca Linneo, 1758	Testudo ibera Pallas, 1814	Cirenaica (Tobruk - Libia), mar.-apr. 1914	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	1		Buono	149
R087/91	Testudines	Cryptodira	Testudinidae	Testudo graeca Linneo, 1758	Testudo ibera Pallas, 1814	Cirenaica (Tobruk - Libia), mar.-apr. 1914	Raccolta e Dono F. Testi	1		Buono	150
R088/91	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Clemmys guttata (Schneider, 1792)	Emys guttata (Gray, 1831)	Nord America		1		Buono	67
R089/91	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Mauremys caspica (Gmelin, 1774)	Emys caspica Dumeril & Bibron, 1835	Touzla-Golfo di Souda (Candia, Creta - Grecia), mar. 1883	Raccolta e Dono V. Ragazzi (1882)	1		Buono	
R09/07	Crocodylia	Eusuchia	Crocodylidae	Caiman yacare (Daudin, 1802)	Caiman yacare			1		Buono	187 (LC)
R090/91	Testudines	Cryptodira	Testudinidae	Testudo graeca ?		Modena (Italia)	Dono L. Alboni (1988)	1	In liquido	Buono	170
R091/91	Squamata	Ophidia	Boidae	Python natalensis Smith, 1840	Python natalensis Smith, 1840	Africa		1	Montato	Buono	137
R092/91	Squamata	Ophidia	Boidae	Eunectes murinus Linneo, 1758	Eunectes murinus Linneo, 1758			1	Montato	Mediocre	73
R093/91	Squamata	Ophidia	Boidae	Boa constrictor Linneo, 1758	Boa constrictor Linneo, 1758	America		1	Montato	Mediocre	21
R094/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Oxybelis fulgidus (Daudin,1803)	Oxybelis fulgidus (Daudin,1803)		Dono M. Levrini?	1	Montato	Mediocre	119
R095/91	Squamata	Ophidia	Boidae	Morelia spilota (Lacepede, 1804)	Python spilotes Boulenger, 1893	Nuovo Galles del Sud (Australia)	Dono M. Levrini ? (1946)	1	Montato	Mediocre	138
R096/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis muralis Laurenti, 1768	Lacerta muralis Dumeril & Bibron, 1839	Senese (Italia)	Acquisto?	1	Montato	Mediocre	88
R097/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Elaphe quatuorlineata (Bonnaterre, 1790)	Elaphis quater-radiatus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Europa		1	Montato	Mediocre	58
R098/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola annularis (Geoffroy de St-Hilaire, 1827)	Platydactylus aegyptiacus Wagler, 1830	Saati (Eritrea)	Dono F. Testi	1	In liquido	Buono	
R099/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae	Stenocercus iridescens (Gunther, 1859)	Leiocephalus iridescens iridescens Burt & Burt, 1930	Guayaquil (Ecuador), giugno 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	2	In liquido	Buono	97
R010/07	Squamata	Sauria	Agamidae	Trapelus mutabilis (Merrem, 1820)	Agama inermis Reuss, 1834			12		Buono	186
R10/11	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Emys orbicularis (Linneo, 1758)				1	Montato	Pessimo	197
R100/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Acanthodactylus boskianus Daudin, 1802	Acanthodactylus boskianus Daudin, 1802	Egitto, 1874	Dono P. Panceri	5	In liquido	Buono	171
R101/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Scincus scincus (Linneo, 1758)	Scincus officinalis Laurenti, 1768	Egitto	Dono P. Panceri (1875)	2	In liquido	Buono	142
R102/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Platydactylus mauritanicus Böttger, 1873	Cagliari (Sardegna - Italia), 1873?	Raccolta e Dono A. Carruccio	2	In liquido	Buono	130
R103/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Hemidactylus turcicus (Linnaeus, 1758)	Hemidactylus verruculatus Dumeril & Bibron, 1836	Sardegna (Italia), 1873?	Raccolta e Dono Carruccio	3	In liquido	Mediocre	78
R104/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Gonatodes albogularis Dumeril & Bibron, 1836	Gymnodactylus albogularis (var. fuscus) Hallowell, 1855	Panama, gennaio 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	5 (6)	In liquido	Mediocre	75

R105/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Euleptes europaea (Genè, 1839)	Phyllodactylus europaeus Genè, 1839	Monte Argentario (Italia)	Dono F. Major	7	In liquido	Buono	126 (NT)
R106/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Hemidactylus frenatus Schlegel, 1836	Hemidactylus frenatus Schlegel, 1836	Isola Ticao (Filippine), set. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	4	In liquido	Mediocre/ Scarso	79
R107/91	Squamata	Sauria	Polychridae	Anolis auratus Daudin, 1802	Norops auratus Gray, 1845	Panama, gen. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	116
R108/91	Squamata	Sauria	Polychrotidae	Anolis pulchellus Dumeril & Bibron, 1837	Anolis pulchellus Dumeril & Bibron, 1837	Isola Taboga (Panama), gen. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	18
R109/91	Squamata	Sauria	Teiidae	Ameiva plei Dumeril & Bibron, 1839	Ameiva plei Dumeril & Bibron, 1839	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	13
R11/07	Squamata	Ophidia	Boidae	Boa constrictor Linneo, 1758	Boa constrictor Linneo, 1758			1 cuore		Buono	181
R11/11	Crocodylia	Eusuchia	Crocodylidae	Crocodylus niloticus Laurenti, 1768	Crocodylus niloticus Laurenti, 1768			1 cranio		Buono	174 (LC)
R110/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Mediodactylus kotschyi (Steindachner, 1870)	Gymnodactylus kotschyi Steindachner, 1870	Costantinopoli (Turchia), 1875	Raccolta e Dono Spagnolini	2	In liquido	Mediocre	76
R111/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Trachylepis affinis (Gray, 1838)	Mabuia raddonii (sinonimo ambiguo) Boulenger, 1887	Altipiano Hal-Hal (Maria? - Eritrea), ant. 1894	Raccolta e Dono E. Martini	1	In liquido	Mediocre	107
R112/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Acanthodactylus boskianus Daudin, 1802	Acanthodactylus bosquianus	R5-Porto Said; R6-Ismailia (Egitto), mar. 1883	Raccolta e Dono V. Ragazzi	2	In liquido	Mediocre	9
R113/92	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera berus (Linneo, 1758)	Vipera berus (Linneo, 1758)	Pejo alto (TN - Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1992)	1	In liquido	Buono	159
R114/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae	Microlophus pacificus (Steindachner, 1876)	Leiocephalus pacificus Gunther, 1877	Isola Indefatigable (Galapagos - Ecuador), mar. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	2	In liquido	Buono	98
R115/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Gonatodes albogularis Dumeril & Bibron, 1836	Gymnodactylus albogularis (var. fuscus) Hallowell, 1855	Guayaquil (Ecuador), giugno 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	5	In liquido	Mediocre	77
R116/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola annularis (Geoffroy de St-Hilaire, 1827)	Platydactylus aegyptiacus Wagler, 1830	Massaua (Eritrea)	Dono P.Parenti	4	In liquido	Mediocre/ Molto scarso	131
R117/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis tauricus Pallas, 1814	Lacerta taurica Pallas, 1814	Sardegna (Italia), 1880	Raccolta e Dono A. Carruccio	3	In liquido	Buono	89
R118/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Sphenops sepsoides (Audouin, 1829)	Sphenops capistratus Wagler, 1830	Egitto	Dono P. Panceri (1872/1873?)	7?	In liquido	Buono	
R119/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Acanthodactylus boskianus Daudin, 1802	Acanthodactylus boskianus Daudin, 1802	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	3	In liquido	Buono	10
R12/07	Squamata	Sauria	Boidae	Eunectes murinus Linneo, 1758	Eunectes murinus Linneo, 1758			1 cuore		Buono	183
R12/11	Crocodylia	Eusuchia	Alligatoridae	Alligator sp.				1	Montato	Buono	
R120/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola annularis (Geoffroy de St-Hilaire, 1827)	Tarentola annularis (Geoffroy de St-Hilaire, 1827)	Colonia eritrea, 1902	Dono Masedari	1	In liquido	Buono	147
R121/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis siculus ?	Lacerta serpa	Bari (Italia), 1888	Dono F. Testi	5	In liquido	Buono	90
R122/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae		Hemidactylus	Honolulu (Hawaii - USA)	Raccolta e Dono P.Parenti	4	In liquido	Mediocre/ Scarso	80
R123/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis muralis Laurenti, 1768	Lacerta muralis Dumeril & Bibron, 1839	Porto Ercole (Monte Argentario - Italia)	Dono F. Major	6	In liquido	Mediocre	91
R124/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Hemidactylus turcicus Linneo, 1758	Hemidactylus turcicus Linneo, 1758	Marsa Susa, Bengasi e Tolmetta (Cirenaica - Libia), estati 1914 e 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	11	In liquido	Mediocre	81
R125/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Eumeces schneideri (Daudin, 1802)	Plestiodon aldrovandi Dumeril & Bibron, 1839	Egitto	Dono P. Panceri (1875)	3	In liquido	Buono	
R126/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Trachylepis quinquetaeniata (Lichtenstein, 1823)	Euprepes savignyi Dumeril & Bibron, 1839	Egitto	Dono P. Panceri	4	In liquido	Buono	
R127/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae	Microlophus grayii (Bell, 1843)	Leiocephalus grayii Bell, 1843	Isola Chatam (Galapagos - Ecuador), marzo 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	circa 6	In liquido	Mediocre	96
R128/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Acanthodactylus pardalis (Lichtenstein, 1823)	Acanthodactylus pardalis (Lichtenstein, 1823)	Derna (Cirenaica - Libia)	Dono Boccolari (1912)	1	In liquido	Buono	(VU)
R129/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Acanthodactylus boskianus Daudin, 1802	Acanthodactylus bosquianus	Porto Said (Egitto), maggio 1883		1	In liquido	Buono	
R13/07	Squamata	Sauria	Agamidae	Uromastyx aegyptia (Forksal, 1775)	Uromastix spinipes Dumeril & Bibron, 1837			1 cuore		Buono	179
R013/11	Squamata	Ophidia	Boidae		Python ?			trachea e polmoni		Buono	191

R130/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Phyllodactylus microphyllus Cope, 1876	Phyllodactylus microphyllus Cope, 1876	Deserto di Piura (Perù), apr. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	2	In liquido	Mediocre	127
R131/91	Squamata	Sauria	Liolaemidae	Liolaemus lineomaculatus Boulenger, 1885	Liolaemus lineomaculatus Boulenger, 1885	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	3	In liquido	Buono	
R132/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Trachylepis quinquetaeniata (Lichtenstein, 1823)	Mabuia quinquetaeniata Boulenger, 1887	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	1	In liquido	Buono	108
R133/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Chalcides ocellatus (Forskal, 1775)	Gongylus ocellatus Wagler, 1830	Modica (Italia)	Dono F. Major	1	In liquido	Buono	74
R134/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Ophisops elegans Menetries, 1832	Ophiops elegans Berthold, 1840	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	8	In liquido	Mediocre/ Buono	117
R135/91	Squamata	Sauria				Is. Indefadigable (Galapagos - Ecuador), mar. 1884		2	In liquido	Mediocre	5
R136/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Platydactylus facetanus Strauch, 1862	Regione dell'Atlante (Marocco)	Dono Malmusi	2	In liquido	Buono	
R137/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Chalcides ocellatus (Forskal, 1775)	Gongylus ocellatus Wagler, 1830	Egitto, 1875	Dono P. Panceri	4	In liquido	Buono	
R138/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae		Leiocephalus sp.	Payta (Perù), 8 ott. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	103
R139/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Platydactylus facetanus Strauch, 1862	Bari (Italia), 1888	Dono F. Testi	1	In liquido	Buono	132
R014/07	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980			1		Buono	177
R014/11	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Caretta caretta (Linneo, 1758)			Dono	1	Montato	Buono	
R140/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Mesalina guttulata (Lichtenstein, 1823)	Eremias guttulata Dumeril & Bibron, 1839	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1915	Raccolta e Dono F. Testi (1920)	4	In liquido	Buono	70
R141/91	Squamata	Sauria	Tropiduridae	Stenocercus iridescens (Gunther, 1859)	Leiocephalus iridescens iridescens Burt & Burt, 1930	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	2	In liquido	Mediocre	99
R142/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis tauricus Pallas, 1814	Lacerta taurica Pallas, 1814	Costantinopoli (Turchia), 1875	Raccolta e Dono Spagnolini	5	In liquido	Buono	
R143/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Lacerta bilineata Daudin, 1802	Lacerta bilineata Daudin, 1802	Modena (Italia), 1878	Raccolta e Dono F. Testi	1	In liquido	Mediocre	92 (LC)
R144/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Liophis poecilogyrus (Wied-Neuwied, 1825)	Liophis poecilosticus (sinonimo ambiguo) (Jan, 1863)	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Buono	105
R145/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Liophis cobella Linneo, 1758	Liophis cobellus Starace, 1998	Guiana		1	In liquido	Mediocre/ Buono	
R146/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Sibynophis geminatus (Boie, 1826)	Enicognathus ornatus Schlegel (fide VOGEL, pers. comm.)	Singapore, feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	
R147/91	Squamata	Ophidia				Saati (Eritrea), 1888	Dono F. Testi	1	In liquido	Buono	144
R148/91	Squamata	Ophidia	Uropeltidae	Rhinophis philippinus (Cuvier, 1829)	Rhinophis philippinus (Cuvier, 1829)	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), feb. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	139
R149/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Tantilla melanocephala (Linneo, 1758)	Homalocranion melanocephalum Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Brasile	Dono F.Bompani	1	In liquido	Buono	84
R015/07	Squamata	Ophidia	Colubridae	Zamenis longissimus (Laurenti, 1768)	Elaphe longissima Laurenti, 1768			1		Buono	175 (DD)
R015/11	Squamata	Sauria	Agamidae	Hydrosaurus amboinensis (Schlosser 1768)	Lophura amboinensis Gunther, 1873	Isola Ticao (Filippine), 1884	Dono P. Parenti	1	In liquido	Mediocre	173
R150/91	Squamata	Ophidia	Leptotyphlopidae	Epictia tenella (Klauber, 1939)	Stenostoma albifrons Wagler, 1824	Callao (Perù), set. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R151/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Leptodeira annulata Linneo, 1759	Leptodeira annulata Linneo, 1758	Panama, gen. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	
R152/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Bothrops nigromarginatus Dumeril & Bibron, 1854	Bothrops nigromarginatus Dumeril & Bibron, 1854	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	23
R153/91	Squamata	Ophidia			Enicognathus vittatus Jan, 1863	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	68
R154/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Bothrops pictus Tschudi, 1845	Bothrops pictus Tschudi, 1845	Cerro de Pasco (Perù), set. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R155/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Pseudablabes agassizii (Jan, 1863)	Eirenis agassizii Jan, 1863	Montevideo (Uruguay), 1879	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Buono	
R156/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Dipsas bucephala (Shaw, 1802)	Dipsadomorus indicus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Sumatra (Indonesia)		1	In liquido	Buono	

R157/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Leptodeira annulata Linneo, 1760	Leptodeira annulata Linneo, 1758	Panama, gen. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	101
R158/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Montefiorino (MO - Italia), 1987	Dono	27	In liquido	Ottimo	160 (LC)
R159/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Appennino modenese (Italia), 1985	Dono	1	In liquido	Molto buono	161 (LC)
R016/07	Squamata	Sauria	Amphisbaenidae	Amphisbaena microcephalum Wagler, 1824	Lepidosternon boettgeri Boulenger, 1885			2		Buono	184
R160/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Zamenis longissimus (Laurenti, 1789)	Elaphe longissima Laurenti, 1768	Farneta di Montefiorino (MO - Italia)	Raccolta e Dono L. Sala	1	In liquido	Buono (Discreto)	56 (DD)
R161/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Zamenis longissimus (Laurenti, 1789)	Elaphe longissima Laurenti, 1768	Polinago (MO - Italia)	Dono	1	In liquido	Mediocre	57 (DD)
R162/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Serramazzoni (MO Italia).	Dono	1	In liquido	Ottimo (Buono)	162 (LC)
R163/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede, 1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980	Modenese (Italia), 1980 circa	Dono	3	In liquido	Buono Discreto Pessimo	38
R164/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Liophis poecilogyrus (Wied-Neuwied, 1825)	Liophis poecilostictus (sinonimo ambiguo) (Jan, 1863)	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	1	In liquido	Molto buono	104
R165/91	Squamata	Ophidia	Cylindrophiidae	Cylindrophis ruffus (Laurenti, 1768)	Cylindrophis rufa Gray, 1842	Singapore, feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	51
R166/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus ibiboboca (Merrem,1820)	Elaps marcgravii Wied & Neuwied, 1820	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	1	In liquido	Buono (Ottimo)	61
R167/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Oxybelis aeneus (Wagler, 1824)	Oxybelis acuminatus Bocourt, 1897	Panama, giu. 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Pessimo	120
R168/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Oxyrhopus fitzingeri (Tshudi, 1845)	Oxyrhopus fitzingeri (Tshudi, 1845)	Chimbote (Perù), ago. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	122
R169/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus mipartitus (Dumeril et al. 1854)	Elaps semipartitus Jan, 1858	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	62
R17/07	Squamata	Ophidia	Elapidae	Naja haje Linneo, 1758	Naja haje Linneo, 1758			1		Buono	178
R170/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Bothrops pictus Tschudi, 1846	Bothrops pictus Tschudi, 1845	Chanchamayo (Perù), set. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono (Discreto)	24
R171/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus fulvius (Linneo, 1766)	Elaps fulvius Baird & Girard, 1853	Chimbote (Perù), ago. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	2	In liquido	Buono	63
R172/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Lygophis lineatus (Linneo, 1758)	Dromicus lineatus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Surinam, 1872	Raccolta e Dono A. Spagnolini	1	In liquido	Buono	53
R173/91	Squamata	Ophidia				Chanchamayo (Perù)	Dono P. Parenti	1	In liquido	Mediocre	6
R174/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Oxybelis aeneus (Wagler, 1824)	Oxybelis aeneus (Wagler, 1824)	Guayaquil (Ecuador)	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre (Cattivo)	121
R175/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus mipartitus (Dumeril et al. 1854)	Elaps semipartitus Jan, 1858	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	64
R176/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Oxyrhopus trigeminus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Oxyrhopus trigeminus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Chanchamayo (Perù), feb. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	123
R177/91	Squamata	Sauria	Anguidae	Anguis fragilis Linneo, 1758	Anguis fragilis Linneo, 1758	Nonantola (MO - Italia)	Raccolta e Dono I. Ansaloni	1	In liquido	Buono	172
R178/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Coronella austriaca Laurenti, 1768	Coronella austriaca Laurenti, 1768	Modenese (Casette, Nonantola, MO - Italia), 19 giu. 1988	Raccolta e Dono I. Ansaloni (1991)	1	In liquido	Mediocre	45
R179/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Appennino bolognese (Italia)	Dono?	1	In liquido	Mediocre	163 (LC)
R18/07	Testudines	Cryptodira	Testudinidae	Testudo graeca (Linneo, 1758)	Testudo graeca (Linneo, 1758)			1		Buono	190 (VU)
R180/91	Squamata	Sauria	Anguidae	Anguis fragilis Linneo, 1759	Anguis fragilis Linneo, 1758	Modenese (Italia)	Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Ottimo	16
R181/91	Squamata	Sauria	Anguidae	Anguis fragilis Linneo, 1760	Anguis fragilis Linneo, 1758	Italia		1	In liquido	Mediocre	17
R182/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Chalcides chalcides (Linneo, 1758)	Seps chalcides Dumeril & Bibron, 1839	Italia		2	In liquido	Buono	143
R183/91	Squamata	Sauria	Scincidae	Chalcides ocellatus (Forskal, 1775)	Gongylus ocellatus Wagler, 1830	Caprera (Italia)	Raccolta e Dono P.Parenti (1886)	1	In liquido	Mediocre	43
R184/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Lacerta viridis (Laurenti, 1768)	Lacerta viridis (Laurenti, 1768)	Modenese? (Italia)		2	In liquido	Buono	93 (LC)
R185/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Lacerta viridis (Laurenti, 1768) var.bilineata (Sindaco & Jeremcenko, 2008)	Lacerta viridis (Laurenti, 1768) var.bilineata (Sindaco & Jeremcenko, 2008)	Modenese (Italia)	Dono	1	In liquido	Mediocre	94 (LC)

R186/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis siculus ?	Lacerta serpa	Sassuolo (loc.7?) (MO - Italia)		5	In liquido	Mediocre	95
R187/91	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis siculus (Rafinesque-Schmaltz, 1810)	Podarcis sicula Conant & Collins, 1991						136 (LC)
R188/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Euleptes europaea (Genè, 1839)	Phyllodactylus europaeus Genè, 1839	Caprera (Italia)	Dono P.Parenti	4	In liquido	Buono	128 (NT)
R189/91	Squamata	Sauria	Gekkonidae	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Tarentola mauritanica (Linneo, 1758)	Marocco	Dono Malmusi	circa 15	In liquido	Buono	148 (LC)
R190/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera berus (Linneo, 1758)	Vipera berus (Linneo, 1758)	Alpi (Italia)		1	In liquido	Molto buono	164
R191/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Vipera aspis (Linneo, 1758)	Appennino modenese (Italia), estate 1968		2	In liquido	Buono	165 (LC)
R192/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Coronella austriaca Laurenti, 1769	Coronella austriaca Laurenti, 1768	Italia, 1878?	Raccolta e Dono F. Testi ?	4	In liquido	Buono (Cattivo)	46
R193/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Coronella girondica Daudin, 1803	Coronella girondica Daudin, 1803	Sestola (MO - Italia), 1878	Raccolta e Dono F. Testi	1	In liquido	Buono	47 (LC)
R194/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Zamenis atrovirens Boulenger, 1887	Modenese (Italia)		1	In liquido	Buono	167
R195/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Natrix natrix (Linneo,1758)	Tropidonotus natrix Boie, 1826	Appennino (Italia)		1	In liquido	Ottimo	155
R196/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Trimeresurus trigonocephalus (Latreille,1801)	Bothrops nigromarginatus Dumeril & Bibron, 1854	Kandy (Sri Lanka/Ceylon), feb. 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	25
R197/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Philodryas aestivus (Dumeril Bibron & Dumeril,1854)	Dryophylax aestivus Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	2	In liquido	Mediocre	54
R198/91	Squamata	Ophidia	Elapidae	Micrurus ibiboboca (Merrem,1820)	Elaps marcgravii Wied & Neuwied, 1820	Chanchamayo (Perù), 1887	Raccolta e Dono V. Ragazzi	1	In liquido	Buono	65
R199/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Philodryas viridissima (Linneo, 1758)	Dryophylax viridissimus Dumeril & Bibron, 1854	Bellavista (Argentina), 1887	Raccolta e Dono G. Casari	2	In liquido	Buono	55
R20/07	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Emys orbicularis (Linneo, 1758)	Cistudo Europaea Dumeril & Bibron, 1835			1	Montato	Buono	
R200/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Leptophis ahaetulla (Linneo, 1758)	Leptophis occidentalis Boulenger, 1894	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	102
R201/91	Squamata	Ophidia						1	In liquido	Mediocre	7
R202/91	Squamata	Ophidia	Aniliidae	Anilius scytale (Linneo, 1758)	Tortrix scytale Dumeril & Bibron, 1844	Guiana		2?	In liquido	Buono	
R203/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Malpolon monspessulanus subsp. insignitus (Hermann,1804)	Coelopeltis monspessulana Boulenger, 1820	Marsa Susa (Cirenaica - Libia), estate 1914 o 1915	Raccolta e Dono Generale Testi (1920)	2	?	Molto buono	36
R204/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Natrix tessellata (Laurenti, 1768)	Tropidonotus hydrus Dumeril & Bibron, 1854	Sud della Russia		2	In liquido	Buono	154
R205/91	Squamata	Ophidia					Dono P. Parenti	1	In liquido	Mediocre	8
R206/91	Squamata	Ophidia	Viperidae	Bothrops atrox Linneo, 1758	Bothrops atrox Linneo, 1758	Guayaquil (Ecuador), giu. 1883	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	26
R207/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Dendrelaphis calligastra (Gunther, 1867)	Dendrophis lineolata (Parenti-Picaglia 1886, 20 riportano punctulatus ?) Dumeril & Bibron, 1854	Isola Ticao (Filippine), setttembre 1884	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Mediocre	52
R208/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Dendrelaphis caudolineatus (Gray,1834)	Dendrophis octolineatus Bleeker, 1858	Isola Ticao (Filippine), febbraio 1885	Raccolta e Dono P.Parenti	1	In liquido	Buono	
R209/91	Squamata	Ophidia	Colubridae	Psammophis sibilans (Linneo, 1758)	Psammophis sibilans (Linneo, 1758)	Egitto	Dono Panceri (1872)	2	In liquido	Buono	
R210/91	Crocodylia	Eusuchia	Crocodylidae	Crocodylus niloticus Laurenti, 1768	Crocodilus vulgaris Cuvier, 1807	Somalia	Dono G. Corni (1930)	1	Montato	Buono	
R212/91	Crocodylia	Eusuchia	Alligatoridae	Alligator sp.				1	Montato	Buono	199
R213/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Lepidochelys ?				1	1 carapace	Buono	
R214/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1	1 carapace	Buono	
R215/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1	1 carapace	Buono	
R216/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1 carapace	A secco	Pessimo	
R217/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1 carapace	A secco	Pessimo	
R218/91	Testudines	Cryptodira	Cheloniidae	Chelonia mydas ?				1 carapace	A secco	Mediocre	
R22/07	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Emys orbicularis (Linneo, 1758)	Cistudo Europaea Dumeril & Bibron, 1835			1	Montato	Buono	
R220/94	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis siculus (Rafinesque-Schmaltz, 1810)	Podarcis sicula Conant & Collins, 1991	Modena (Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	1	In liquido	Buono	134 (LC)

R221/94	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980	Portile (MO - Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	1	In liquido	Buono	39
R222/94	Testudines	Cryptodira	Emydidae	Emys orbicularis (Linneo, 1758)	Emys orbicularis (Linneo, 1758)	Rubbiara (Nonantola, MO - Italia) 1993	Raccolta e Dono A. Imperiale	1	In liquido	Buono	66 (LC)
R223/94	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980	Modena (Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	2	In liquido	Mediocre	40
R224/94	Squamata	Ophidia	Colubridae	Natrix natrix Linneo, 1758	Natrix natrix Linneo, 1758	Rubbiara (Nonantola, MO - Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	1	In liquido	Buono	114 (LC)
R225/94	Squamata	Sauria	Lacertidae	Podarcis muralis (Laurenti, 1768)	Podarcis muralis (Laurenti, 1768)	Rubbiara (Nonantola, MO - Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	1	In liquido	Buono	135 (LC)
R226/94	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980	Castelnuovo Rangone (MO - Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	1	In liquido	Buono	41
R227/94	Squamata	Ophidia	Colubridae	Hierophis viridiflavus (Lacepede,1789)	Coluber viridiflavus Kahl et al., 1980	Modena (Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale (1993)	1	In liquido	Buono	42
R228/94	Squamata	Ophidia	Colubridae	Natrix tessellata Laurenti, 1768	Natrix tessellata Laurenti, 1768	Casette (Nonantola, MO - Italia)	Raccolta e Dono A. Imperiale	1	In liquido	Buono	115

Tabella 3 – Consistenza della collezione erpetologica dal 1846 al 2010

	1846	1872	1882	1893	2010
Rettili	86 specie 156 esemplari	200 esemplari	97 specie 362 esemplari	202 specie 600 esemplari	149 specie 248 esemplari (210 Squamata, 27 Testudines, 11 Crocodylia)
Anfibi			25 specie 299 esemplari	48 specie 350 esemplari	37 specie 61 esemplari (10 Caudata, 51 Anura)

Appendice note Anfibi

Note associate ai singoli esemplari. I numeri si riferiscono alla colonna Note della Tab. 1.

1. adulto con piccolo grappolo di uova appeso alle zampe posteriori;
2. il nome riportato sul cartellino storico non corrisponde a nessun nome specifico valido o ad alcun sinonimo.
3. esemplari appesi con fili ad una lastrina di vetro; quello più in alto è disidratato; Fauna Modenese; specie comune, di giorno si trova sotto pietre, legni, foglie e all'interno di buche;
4. scheletro completo, su piedistallo; mancano le ossa della mano destra e alcune vertebre del collo;
5. maschi e femmine; su piedistallo; Fauna Modenese;
6. femmina con pigmentazione alterata; Fauna Modenese; specie comunissima, vive in boschi, giardini e luoghi pantanosi; nome modenese: Paciana;
7. femmina?; due cartellini nel coperchio: uno indica come località di raccolta Guayaquil (Ecuador), giugno 1883 l'altro Is. Taboga (Panama), gennaio 1884;
8. maschio;
9. cartellino anche all'interno con scritto: "Guayaquil, giugno 83, B.N° 8";
10. cartellino anche all'interno;
11. su piedistallo; a bocca aperta;
12. trovato nello stomaco di *Coronella pulchella*;
13. all'interno ogni animale ha un cartellino legato ad un arto anteriore; in uno dei due si legge il numero 25;
14. cartellino storico rotto e poco leggibile;
15. esemplari di dimensioni diverse;
16. legati su lastra di vetro; cartellino solo sotto;
17. giovani; un esemplare più scuro è disidratato;
18. maschi e femmine; appesi ad una lastrina di vetro; hanno perso il colore verde originario; ascritti alla Fauna Modenese;
19. montati su rami, con piedistallo; Fauna Modenese; comune, vive sulle foglie delle erbe e degli alberi; dietro al cartellino e all'etichetta c'è il numero 27;
20. attaccato con fili;
21. legate con filo ad una lastra di vetro; Fauna Modenese; specie comunissima, abita

torrenti, fiumi, laghi, ruscelli, fossi, pozzanghere;
22. su lastra di vetro; scolorita;
23. scolorite; Fauna Modenese; nome modenese: Camper;
24. cartellino all'interno illeggibile;
25. il preparato era conservato in liquido ma è andato a secco per la rottura del contenitore;
26. all'esterno del vaso etichetta con numero 1;
27. attaccati a due lastre di vetro con filo; specie comune, vive nei luoghi molto umidi ed erbosi; ascritto alla Fauna Modenese;
28. appeso con un filo; manca il cartellino; sul vaso c'è il n° 140;
29. maschi e femmine attaccati a lastrine di vetro con fili; all'esterno del vaso etichetta con numero 2; ascritto alla Fauna Modenese;
30. maschio;
31. manca lo stadio 3;
32. 3 diversi stadi del ciclo vitale; sesso non stabilito; lunghezza: 3 cm, 6,5 cm e 9 cm; posti in un cilindro di vetro sostenuti da una lastra di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 150;
33. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 5,5 cm; contenuto in una bottiglietta di vetro chiusa da un tappo a smeriglio; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 121;
34. adulto neotenico; sesso non stabilito; lunghezza 19 cm; posto in un cilindro di vetro sostenuto da una lastra di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 148;
35. adulti; sesso non stabilito; lunghezza: 4,5 cm, 4,8 cm e 4,5 cm; contenuti in una bottiglietta di vetro chiusa da un tappo a smeriglio; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 122;
36. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 5,5 cm; posto in una bottiglietta di vetro chiusa da un tappo a smeriglio; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 120;
37. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 4 cm; posto in una bottiglietta di vetro chiusa da un tappo a smeriglio; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 119;
38. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 10,5 cm; contenuto in una bottiglietta di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 153;
39. individui di sesso non stabilito; lunghezza media: circa 3 cm; contenuti in una bottiglia di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 125;
40. femmina adulta (lunghezza: 26 cm) + larve di sesso non stabilito (lunghezza: da 2 a 3 cm); contenuti in una bottiglia di vetro; nel cartellino il nome italiano riportato è solo "Salamandra";vecchio numero di inventario: cat. 4 – 149;
41. lunghezza: 2 cm e 2,8 cm; contenuti in una bottiglietta di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 151;
42. individui di sesso non stabilito; lunghezza: 3,3 e 4 cm; contenuti in una bottiglietta di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 152;
43. adulto; sesso non stabilito; contenuto in una provetta di vetro e sostenuto da un filo di ferro su un piedistallo di legno; 130;
44. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 1,5 cm; contenuto in un piccolo cilindro di vetro, sostenuto da un filo di ferro su un piedistallo di legno;129;
45. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 7 cm; attaccato su un piedistallo di legno; manca di tutte le dita dell'arto anteriore sinistro, del 3° e 4° dito dell'arto anteriore destro e del 1° dito di entrambe le zampe degli arti posteriori; 127;

46. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 7,5 cm; attaccato a un piedistallo di legno; presenta l'arto anteriore destro privo del 3° e 4° dito, l'arto sinistro anteriore privo del 4° dito ed entrambi gli arti posteriori privi di dita; 126;
47. femmina adulta; lunghezza: 9 cm; attaccato su un piedistallo di legno; privo del 3° e 4° dito dell'arto anteriore sinistro, della parte terminale dell'arto anteriore destro, del 5° dito dell'arto posteriore sinistro e del 1° e 5° dito dell'arto posteriore destro; 128;
48. vecchio numero di inventario: cat 4-55.

Appendice note Rettili

Note associate ai singoli esemplari. I numeri si riferiscono alla colonna Note della Tab. 2.

1. colore uniforme, chiaro; cartellino anche all'interno (dono Parenti?); cartellino con numero 9;
2. manca il cartellino storico; all'esterno del vaso c'è il numero 157;
3. manca il nome dell'animale;
4. taglio ventrale; nel cartellino storico sono riportate l'indicazione della provenienza e la data di raccolta;
5. un cartellino esterno (Galapagos, Indefadigable, 1884); due cartellini interni poco chiari (L. pacificus, ? , Galapagos, Indefadigable, marzo 84, 13 (?), n° 42);
6. cartellino anche all'interno; numero 4 all'interno;
7. animale di color azzurro, a tratti più o meno intenso, con due strisce longitudinali di colore bianco poste latero-ventralmente; senza cartellino storico;
8. corpo tozzo, decolorato, anche se in modo non uniforme; unica indicazione sul cartellino storico: Dono Parenti;
9. ognuno porta un cartellino con le scritte R5-R6 rispettivamente;
10. cartellino interno non leggibile a causa della posizione;
11. lunghezza 294, capo 30, tronco 77, coda 187;
12. c'è un cartellino all'interno (illeggibile a causa della posizione); manca il cartellino originale;
13. lunghezza 190 mm, capo 10, tronco 59, coda 121;
14. cartellino con scritta: Consorzio Universitario;
15. sul barattolo c'è il numero 140;
16. Fauna Modenese; etichetta con numero 20;
17. nome volgare modenese: Urbèn; etichetta con numero 23;
18. lunghezza 115 mm, capo 10, tronco 34, coda 71;
19. su piedistallo;
20. su tavola di legno;
21. avvolto ad un ramo con un uccello fra le spire;
22. su tavola di legno;
23. lunghezza 915 mm, capo 45, tronco 700, coda 270;
24. animale intero;

25. di grosse dimensioni; preparato a bocca aperta per mettere in evidenza i denti veleniferi; etichetta con numero 74;
26. molto scolorito; a bocca aperta; conservato in un vaso troppo piccolo; cartellino scolorito e poco leggibile; lunghezza 610 mm, capo 30 mm, tronco 500 mm, coda 80 mm; riportano che: gli indigeni dicono che il suo morso produca la morte di un bue in meno di un'ora ma forse è un'esagerazione
27. preparato scolorito;
28. alcuni dati ricavati anche dal cartellino interno; lunghezza 418 mm, capo 28 mm, tronco 80 mm, coda 310 mm;
29. lunghezza 220 mm, capo 18 mm, tronco 92 mm, coda 110 mm;
30. individui di taglia molto diversa;
31. i due esemplari sono di taglia molto diversa;
32. posto su di un rametto con foglie; piedistallo in legno;
33. presenta un taglio ventrale;
34. animale intero; adulto; cartellino anche all'interno; lunghezza: circa 70 cm;
35. individuo di colore uniforme, biancastro, con occhi rossi; forse è una forma albina;
36. di dimensioni diverse; cartellino illeggibile a causa della posizione; maschi e femmine;
37. rotto in più parti; animale intero; adulto; cartellino interno con la moderna classificazione fatta molto probabilmente dal dott. L. Sala (*Coluber viridiflavus*); c'è un enigmatico numero 29;
38. animale intero; adulto; all'interno c'è il numero 28;
39. sul vaso etichetta con il numero 2;
40. giovani; etichetta con il numero 8;
41. adulto; sul vaso etichetta con il numero 3;
42. giovane; sul vaso etichetta con il numero 4;
43. etichetta con il numero 25;
44. animale intero; cartellino anche all'interno; 50 cm;
45. animale intero, singolo; adulto; determinato il 20 ottobre 1993 da Luigi Sala; aggiunto alcool il 20 agosto 2007;
46. animale intero; adulto; etichetta con il numero 3;
47. Collezione Fauna Modenese; non raro sugli Appennini; etichetta con il numero 3; nel Museo erano presenti altri 2 esemplari raccolti da V. Ragazzi nel Modenese (Testi, 1878) e un esemplare raccolto da Carruccio (1879);
48. decolorato; si staccano pezzi di pelle a brandelli; cartellino originario in pessime condizioni attaccato sotto;
49. su tavola di legno;
50. cartellino all'interno del contenitore, a cui è stato aggiunto alcool 70% il 14/12/07;
51. animale intero; adulto; cartellini (recenti) anche all'interno; lunghezza: circa 80 cm;
52. molto scuro;
53. animale intero; all'interno c'è il numero 8;
54. di colore azzurrognolo; qualche macchia marrone non naturale;
55. di colore azzurro;

56. animale intero, singolo, in muta; femmina? adulta; all'interno c'è il numero 23;
57. giovane; presenta i segni della cattura; cartellino anche all'interno;
58. avvolto su sé stesso;
59. preparato scolorito posto su piedistallo, manca cartellino originale;
60. scolorito;
61. animale intero; cartellino anche all'interno; etichetta con numero 17; 70 cm; aggiungere alcool;
62. animale intero; cartellino anche all'interno; 60 cm;
63. animale intero; cartellino anche all'interno; manca il cartellino originale; 40 cm;
64. animale intero; cartellino anche all'interno; numero 13 all'interno e sul cartellino esterno; 60 cm;
65. a segmenti chiari e scuri alternati;
66. etichetta con numero 9;
67. solo carapace;
68. il nome riportato sul cartellino storico non corrisponde a nessun nome specifico valido o ad alcun sinonimo. C'è un cartellino anche dentro con il numero 58;
69. animale intero; due cartellini all'esterno e uno più recente all'interno; compare un fantomatico numero 7; 120 cm;
70. cartellino anche all'interno; solo uno con coda integra;
71. preparato scolorito; sul vaso è riportato il numero 14;
72. femmina; cartellino interno illeggibile;
73. con la parte posteriore del corpo avvolta ad un ramo; manca il cartellino; lunghezza: <2m;
74. esternamente c'è il numero 34 messo di recente;
75. 3 adulti e 2 giovani; animali interi; cartellino anche dentro (messo di recente); fantomatico numero 20;
76. sul vaso c'è il numero 565;
77. necessita di aggiunta alcool;
78. 2 adulti e 1 giovane; sul barattolo c'è un fantomatico e recente numero 29;
79. disidratati; probabilmente andati a secco e poi ripresi con liquido in un secondo tempo;
80. giovani; individui appena nati e altri ancora parzialmente dentro l'uovo;
81. alcuni con coda spezzata;
82. pezzi di pelle staccati; sul vaso c'è il numero 140;
83. sul cartellino c'è anche la scritta: var. A.I. Chatam;
84. sotto al vasetto c'è il numero 3;
85. su piedistallo;
86. su piedistallo;
87. su piedistallo; restaurato set. 2007;
88. femmina; scheletro contenuto in una teca di vetro; piedistallo di legno; preparatore: Rutilio Ponti (Siena);
89. sul vaso c'è il numero 24 messo recentemente;
90. di taglia diversa; esternamente c'è il numero 30 messo di recente;
91. esternamente c'è il numero 32 messo recentemente;
92. femmina; cartellino all'interno; esternamente il cartellino è solo sotto ed è strappato, ma si legge Dono F. Testi;

93. hanno perso la colorazione caratteristica; comunissimo nel modenese; nome modenese: Rugor;
94. maschio; ha perso la colorazione tipica; Fauna Modenese; etichetta con numero 31; lunghezza: 26,2 cm;
95. di dimensioni diverse; Fauna Modenese;
96. cartellino anche all'interno, illeggibile; lunghezza 208 mm, capo 17 mm, tronco 66 mm, coda 125 mm;
97. uno con coda rotta ma non ancora staccata;
98. cartellino anche all'interno, illeggibile; lunghezza 166 mm, capo 15, tronco 55, coda 96;
99. uno con coda spezzata;
100. di colore biancastro, uniforme;
101. cartellino anche dentro, con numero 83;
102. azzurro-violetto; etichetta interna illeggibile;
103. cartellino anche all'interno con numero 251; lunghezza 138 mm, capo 15, tronco 49, coda 74;
104. animale intero; purtroppo è stato a lungo conservato in un vaso piccolo;
105. per determinazione vedere Picaglia (1887);
106. lunghezza 320 mm, capo 30, tronco 105, coda 185;
107. coda rotta ma ancora attaccata al corpo;
108. cartellino anche all'interno, illeggibile;
109. cartellino interno: 20176
110. animale intero, singolo, maschio, con desquamazione superficiale ventrale; manca il cartellino originale; cartellino interno recente; c'è un fantomatico numero 27; 90 cm;
111. animale intero;adulto; cartellino recente all'interno; 170 cm;
112. animale intero; adulto; attaccato all'animale c'è il numero 20179; inoltre c'è un fantomatico numero 10 più recente; 140 cm;
113. si staccano brandelli di pelle; numero all'interno: 20178
114. giovane; sul vaso etichetta con numero 6;
115. sul vaso etichetta con numero 5;
116. lunghezza 140 mm, capo 7, tronco 33, coda 100; aggiungere alcool;
117. di taglie diverse; cartellino anche all'interno;
118. lunghezza 321mm, capo 35, tronco 120, coda 166;
119. arrotolato su di un ramo;
120. animale intero; spezzato in più punti; cartellino anche all'interno; all'interno numero 16; 60 cm;
121. animale intero; all'interno numero 14; 90 cm;
122. animale intero; cartellino anche all'interno; etichetta con numero 19; 25 cm;
123. animale intero; all'interno c'è un altro cartellino e il numero 21; 50 cm;
124. scolorito;
125. lunghezza 562, capo 42, tronco 440, coda 80;
126. esemplari di dimensioni diverse; sul barattolo fantomatico e recente numero 33;
127. lunghezza 91 mm, capo 17, tronco 33, coda 41;
128. attaccati ad una lastra di vetro;
129. quello di dimensioni maggiori ha la coda spezzata;

130. sul barattolo c'è un fantomatico e recente numero 28;
131. di taglie diverse; code e/o arti staccati; c'è un altro cartellino all'esterno; sul fondo del vasetto c'è il numero 40;
132. manca la coda; esternamente c'è il numero 27 posto di recente; cartellino anche all'interno;
133. il più grosso ha il ventre spellato;
134. livrea tipica; sul cartellino interno e su un'etichetta esterna c'è il numero 1;
135. sul vaso etichetta con numero 10;
136. lucertola con tre code; numero 22;
137. naturalizzato: su di un tronco, con mangusta;
138. avvolto ad un ramo, con scoiattolo e coleottero;
139. sul vasetto c'è il numero 550;
140. su piedistallo; coda rovinata;
141. femmina; su piedistallo, con fondo di sabbia; restaurato set. 2007;
142. di dimensioni molto diverse;
143. nome attuale: *Chalcides chalcides*; nome volgare (sull'etichetta): Lusegnola fienarola?; etichetta con numero 26;
144. manca l'indicazione del nome;
145. con coda spezzata; cartellino anche all'interno (illeggibile);
146. molti con coda spezzata;
147. cartellino interno non leggibile;
148. cartellino anche all'interno;
149. solo carapace;
150. solo carapace; di dimensioni minori rispetto a R086/91;
151. sul vaso c'è il numero 140;
152. animale intero, singolo; adulto; manca il cartellino originale; c'è la mano del dott. L. Sala; due cartellini all'interno; riportano che: gli indigeni lo chiamano Tigre e lo ritengono velenosissimo;
153. femmina; su piedistallo; mancano gli occhi; restaurato set. 2007;
154. di dimensioni simili; due cartellini con le stesse indicazioni; etichetta con numero 8;
155. collezione Fauna Modenese; comune negli Appennini del modenese; etichetta con numero 2; Balli (1939) riporta la presenza nel Museo di un esemplare di *N. natrix* raccolta a Novellara che probabilmente corrisponde al reperto attualmente al museo.
156. su piedistallo;
157. su piedistallo;
158. lungo taglio ventrale; brandelli di tessuto cutaneo staccati; manca il cartellino originale;
159. livrea tipica; cartellino anche dentro; all'esterno etichetta con numero 7;
160. giovani esemplari estratti dalla madre poco prima del parto; all'interno numero 26; aggiungere alcool;
161. maschio adulto, intero, singolo; si tratta di un esemplare molto bello;
162. maschio adulto, intero, singolo; molto bello; all'interno numero 25;
163. di grosse dimensioni; liquido di conservazione molto torbido; è presente un deposito sull'animale; etichetta con numero 6;

164. determinato il 20 ottobre 1993 da Luigi Sala; cartellino poco chiaro; animale classificato come *Vipera aspis* poi cambiato in *Vipera ammodytes*; fra parentesi la scritta canton-grigioni; etichetta con numero 5;
165. di grosse dimensioni e molto scuri; preparati a bocca aperta in modo da evidenziare i denti veleniferi; etichetta con numero 7;
166. uno è di dimensioni maggiori rispetto agli altri due;
167. collezione Fauna Modenese; comunissimo nel modenese; potrebbe essere stato raccolto da Testi 1878, da Tonini, o da Aggazzotti;
168. giovane; manca l'etichetta con i dati;
169. giovane; rimosso dalla vetrina 71/A perché mangiato dalle tarme;
170. giovane; cartellino all'interno con la scritta: Modena, ?, 1988, Luca Alboni.
171. necessita di aggiunta alcool;
172. necessita di aggiunta alcool;
173. aveva il codice di catalogo A033/91; c'è un cartellino più vecchio sotto;
174. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 50 cm; cranio privo di mandibola e di parecchi denti; manca il cartellino; numero riportato su esemplare: 167;
175. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: circa 140 cm; contenuto in un vaso di vetro con tappo a smeriglio; si presenta attorcigliato su se stesso e con la bocca aperta; vecchio numero di inventario: cat. 4 - 162 X;
176. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: circa 25 cm; osto in un cilindro di vetro, sostenuto da una lastra di vetro; aperto ventralmente per mostrare l'apparato digerente e respiratorio; numero riportato su esemplare: 136;
177. individuo di sesso non stabilito; lunghezza: circa 100 cm; contenuto in un vaso di vetro; si presenta arrotolato su se stesso; sull'etichetta è classificato come *Zamenis viridiflavus*; vecchio numero di inventario: cat. 4 - 161;
178. individuo di sesso non stabilito; lunghezza: circa 120 cm; arrotolato su se stesso dentro un vaso di vetro; numero riportato su esemplare: 165; questo esemplare potrebbe essere tra quelli (5 esemplari) portati dal generale F. Testi nel 1920 (Zavattari 1922), gli esemplari raccolti nell'estate 1915 erano lunghi 1175 e 1260 mm, o essere quell'esemplare che misurava di 1,25 cm portato al Museo da P. Panceri (Carruccio 1874);
179. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 5 cm; sostenuto da una lamina di vetro dentro un cilindro di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 - 158 X
180. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: circa 19 cm; sostenuto da una lastra di vetro e posto in un cilindro di vetro; sul cartellino, come famiglia, è riportata la fam. Pythonidae; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 157;
181. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 5,5 cm; cuore con vasi posto in una bottiglia di vetro e sostenuto da una lastra di vetro; sarebbe meglio porlo in un contenitore più grande per poterlo osservare meglio; sull'etichetta c'è scritto *Constrictor constrictor*; vecchio numero di inventario: cat. 4 - 156 X;
182. individuo di sesso non stabilito; lunghezza: 28 cm; posto su una base di legno e protetto da una teca di vetro; l'arto posteriore sinistro presenta la fibula rotta a metà e mancano alcune estremità delle dita degli arti posteriori; numero riportato su esemplare: 169;
183. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 4,5 cm; sostenuto da una lastra di vetro e posto in una bottiglietta; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 140;

184. individui di sesso non stabilito; lunghezza: 24 cm e circa 40 cm; contenuti in un cilindro di vetro arrotolati su se stessi; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 160;
185. individuo di sesso non stabilito; lunghezza: 108 cm; posto dentro una scatola di vetro e fissato alla base di legno con spilli; numero riportato su esemplare: 341?;
186. vari stadi di sviluppo; sesso non stabilito; lunghezza: da 6 a 22 cm; contenuti in una bottiglia di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 144;
187. giovane di sesso non stabilito; lunghezza: 28 cm; posto verticalmente in un cilindro di vetro; indicato come "Jacaré" sull'etichetta; il cartellino riporta come nome italiano "Caimano dagli occhiali", ma tale definizione corrisponde più propriamente a *Caiman crocodylus*; tuttavia gli alligatori sudamericani vengono di solito indicati con il nome di caimani dagli occhiali a causa di un caratteristico rilievo corneo di forma vagamente lenticolare; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 166;
188. individuo di sesso non stabilito; lunghezza: 101 cm; cucito ventralmente a causa dell'asportazione dei visceri;
189. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 58 cm; posto verticalmente su un piedistallo di legno sostenuto da un filo di ferro; privo dell'omero sinistro, del femore destro e delle tre falangi del 1°dito dell'arto posteriore sinistro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 146;
190. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 21 cm; posto su una base di legno; numero riportato su esemplare: 134;
191. adulto; sesso non stabilito; contenuti in un vaso di vetro su cui non è riportata alcuna indicazione;
192. adulto; sesso non stabilito; attaccato a una lamina di vetro posta dentro a un vaso di vetro; vecchio numero di inventario: cat. 4 – 135;
193. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 290 cm; fissato su un pannello di legno appeso alla parete posteriore dell'ultimo ripiano dell'armadio; numero riportato su esemplare: 407;
194. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 71 cm; attaccata a una lastra di vetro scuro dentro un cilindro di vetro; con la bocca aperta per mostrare i denti del veleno; vecchio numero di inventario: cat. 4 - 170 X;
195. adulto; sesso non stabilito; lunghezza: 33 cm; posto verticalmente in un cilindro di vetro; cartellino interno illeggibile; vecchio numero di inventario: cat. 4 - 171 X; il generale F. Testi portò al Museo due esemplari nel 1920 (Zavattari 1922), un esemplare da Tobruk (Libia) raccolto nel Maggio 1913, era lungo 325 mm e potrebbe essere quello attualmente esposto al Museo;
196. adulto; sesso non stabilito; organi contenuti in un cilindro di vetro. vecchio numero di inventario: cat. 4 – 133;
197. etichetta attaccata al piastrone ventrale riporta "Luigi Sola classe IIIB 1929-30";
198. restaurato set. 2007;
199. restaurato set. 2007.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Aldo Imperiale*

Realizzazione di siti per la nidificazione del Rondone comune (*Apus apus*) sulla Torre dei Modenesi a Nonantola (Modena)

Riassunto

*Si descrive la progressiva utilizzazione per la nidificazione da parte del rondone comune (*Apus apus*) delle buche pontaie della Torre dei Modenesi sita in Nonantola (MO), a seguito di un intervento attuato per motivi igienici nel settembre 2003 per allontanare il colombo domestico. L'allontanamento dei colombi è stato realizzato trasformando le cavità artificiali delle buche pontaie in siti in grado di consentire la nidificazione dei rondoni. Sono state a questo scopo applicate a 79 buche pontaie delle chiusure in cemento munite di un foro per consentire l'ingresso dei rondoni, e nel periodo 2005-2011 ne è stata verificata l'utilizzazione, arrivando a stimare alla fine del periodo analizzato un'utilizzazione complessiva del 91% dei siti approntati.*

Abstract

*The use by the common swift (*Apus apus*) of purposely modified scaffolding holes as nesting sites in a medieval watch tower in Nonantola (northern Italy) is described. Following a sanitary intervention carried out in September 2003 in order to eliminate the presence of the feral pigeon (Columba livia var. domestica) but, at the same time, guarantee favourable nesting conditions for the common swift, 79 scaffolding holes in the tower were turned into smaller apertures by using cement. In this way the holes were still large enough for swifts to enter. Afterwards, in the 2005-2011 period, observations were carried out every nesting season, finally assessing that 91% of the modified holes had been successfully used by the common swift.*

Parole chiave: Apus apus*, cavità artificiali, nidificazione, Torre dei Modenesi, Nonantola*

Key words: Apus apus*, artificial cavities, nesting, Torre dei Modenesi, Nonantola, Italy*

* Servizio Veterinario Azienda USL di Modena, Area centro-nord, e-mail: a.imperiale@ausl.mo.it

1. Introduzione

Come per altri animali che utilizzano le cavità artificiali offerte dagli edifici per la riproduzione, anche per il rondone comune (*Apus apus*) (Fig. 1) si pone il tema dell'impatto delle nuove tecniche costruttive e manutentive degli immobili sulla possibilità di continuare a trovarvi siti idonei per la nidificazione, soprattutto nei centri storici dove le tipologie costruttive offrono, come è noto, sostegno a significative popolazioni di questi uccelli migratori.

Si aggiunga a ciò l'ulteriore problematica degli interventi di allontanamento dei colombi domestici (*Columba livia* var. *domestica*) messi in atto per motivi igienico sanitari, che coinvolgono spesso anche altre specie, compresi i rondoni.

Partendo da tali considerazioni nel 2003 l'Amministrazione comunale di Nonantola (MO), dovendo procedere al risanamento di un edificio storico del centro, la Torre dei Modenesi o Torre dell'Orologio, si è posta l'obiettivo di allontanare una colonia problematica di colombi domestici cercando al tempo stesso di incrementare la presenza di siti idonei alla riproduzione del rondone comune, al fine di sostenerne la locale colonia.

Ricordiamo che interventi analoghi sono stati condotti anche in altre città, sia precedentemente, come sulla torre campanaria della Basilica di Santa Maria Assunta a Gallarate (Luini & Viganò, 1995), che successivamente, come sulla Torre Vanga a Trento (Giovannini & Parenti, 2006) e, sempre a Trento, sulla Torre della Tromba.

Degni di nota anche diversi provvedimenti normativi relativi alle opere edili nei centri storici, le cosiddette "delibere salva rondini": citiamo per la formulazione, a nostro parere, particolarmente efficace il caso del Comune di Marciana nell'Isola d'Elba (regolamento edilizio del 25.05.2010).

Fig. 1 – Esemplare di rondone comune Apus apus *(foto www.wildbirdgallery.com)*

2. L'intervento

La Torre dei Modenesi è un edificio del XIII secolo, alto circa 30 m, costruito con mattoni in cotto, posto a ridosso del centro storico di Nonantola, nel punto di accesso da ovest delle mura medioevali che cingevano in passato il borgo (Figg. 2 e 3).

Fig. 2 – Le facciate sud ed ovest (con orologio) della Torre dei Modenesi

Al momento dell'intervento la torre era frequentata prevalentemente da numerosi esemplari di colombo domestico che utilizzavano i fregi della torre come posatoi abituali e le buche pontaie per la nidificazione. La conformazione delle buche pontaie, in particolare la presenza di aperture completamente libere (Fig. 4), non consentiva una selezione degli ingressi, mettendo quindi in competizione il rondone comune con il colombo domestico, fenomeno già rilevato in altre situazioni (Ciani, 1992).

Fig. 3 – Le facciate nord ed est (con orologio) della Torre dei Modenesi

La tempistica dei lavori non ha consentito di effettuare un censimento preciso delle presenze di rondone comune prima dell'intervento. Queste apparivano comunque piuttosto limitate, e la popolazione del centro storico di Nonantola utilizzava, ed utilizza ancora, altre cavità.

Nel presente lavoro si descrive la progressiva colonizzazione di un edificio in precedenza scarsamente utilizzato da parte di soggetti di una popolazione già esistente, alla quale si sono voluti fornire, ad ulteriore sostegno, nuovi siti di nidificazione in aggiunta a quelli già utilizzati.

Questo elemento differenzia l'esperienza qui descritta rispetto alle altre citate in premessa, dove gli interventi riguardavano invece edifici che erano già sede di colonie di rondoni, con presenza, tra l'altro, sia del rondone comune che di altri apodiformi quali il rondone pallido (*Apus pallidus*) e il rondone maggiore (*Apus melba* syn. *Tachymarptis melba*).

Fig. 4 – Buca pontaia prima della chiusura

La Torre dei Modenesi presenta più di cento buche pontaie, su tutte e quattro le facciate. L'apertura delle buche è quadrangolare, con base di 15-16 cm ed altezza di 16 cm; la profondità varia da 30 a 50 cm circa, maggiore alla base della torre dove i muri sono più spessi, e via via decrescente salendo verso l'alto. Diverse buche sono state murate o comunque occluse nel corso degli anni.

Dal 3 al 5 settembre 2003 si è intervenuti sulla torre per applicare su fregi e cornicioni dissuasori meccanici per l'allontanamento dei colombi domestici. Contestualmente si è provveduto a pulire le buche pontaie dai resti delle nidificazione del colombo domestico ed a disinfestarle con prodotti insetticidi ed acaricidi. Non è stato possibile accertare quanto le operazioni di pulizia abbiano eventualmente riguardato anche nidi di rondone.

Sono quindi state applicate sulle buche delle chiusure forate realizzate in cemento, di spessore variabile da 2 a 3 cm, progettate per l'occasione. I lavori sono terminati il 20 settembre 2003. La faccia esterna delle chiusure è larga 12 cm ed alta 17 cm, ed ha un inclinazione di 45°, al fine di preservare, dopo l'applicazione, la visibilità delle buche pontaie (Figg. 5, 6 e 7).

Fig. 5 – Chiusura in cemento, visione di lato ed anteriormente

Le chiusure sono provviste poco sopra la base di un foro di accesso di forma ellittica, con asse orizzontale di 6 cm ed asse verticale di 3,5 cm. La larghezza è stata mutuata dai fori tradizionalmente utilizzati nelle torri rondonare, ed in particolare nella torre rondonara situata nei pressi dei Sassi di Rocca Malatina, nel comune di Guiglia (MO), dove è presente ed attiva una colonia di rondone comune; qui i fori hanno una sezione circolare, ed un diametro appunto di 6 cm (Minelli & Ferri, 1992). Il foro sopra descritto rappresenta l'unico accesso alla cavità.

Fig. 6 – Chiusura in cemento vista dall'interno

Le chiusure forate sono state applicate in modo da impedire la sosta dei colombi, su tutte le buche provviste di una cavità ancora libera, in grado di fornire una camera di nidificazione, da una altezza minima di circa 10 m ad una altezza massima di circa 22÷23 m. Sono state tralasciate le buche ad altezze inferiori, il cui accesso al nido sarebbe stato ostacolato dalla presenza degli edifici adiacenti alla torre. Le facciate maggiormente schermate dagli edifici limitrofi sono la nord e la sud, dove vi sono nelle immediate vicinanze abitazioni dell'altezza di circa 8÷9 m. Solo nella facciata est sono state allestite tre cavità ad altezza inferiore: una a circa 4,5 m e due a circa 6 m.

La presenza di una colonia di rondoni nel centro storico era già di per sé garanzia del probabile utilizzo da parte di nuove coppie o di coppie preesistenti in procinto di spostare il vecchio nido (Cramps, 1985). Si è comunque ritenuto utile, in una fase iniziale, utilizzare richiami sonori (*response calls* della ditta tedesca SCHWEGLER) per incentivare la colonizzazione della torre, sfruttando le abitudini gregarie della specie. I richiami sono stati utilizzati dal 9 aprile al 10 maggio 2004, in due fasce orarie: dalle 7:30 alle 9:00 e dalle 19:30 alle 21:00. I richiami sono stati utilizzati in modo analogo anche nel 2005.

Fig. 7 – Buca pontaia dopo la chiusura

3. Risultati

Nel 2004 non sono state condotte osservazioni metodiche, si è comunque osservato che diversi esemplari hanno sicuramente iniziato ad esplorare le cavità (ad es. un esemplare è stato visto dallo scrivente entrare in una buca già il 17 aprile, alle ore 9:30). Non vi sono però elementi che consentano di ipotizzare la presenza in questo anno di nidi attivi.

La progressiva frequentazione dei nuovi siti di nidificazione è stata valutata negli anni successivi (Tab. 1) mediante osservazioni durante il periodo di nidificazione (dall'ultima settimana di maggio alla terza settimana di giugno).

Si precisa che nel presente lavoro si parla di frequentazione delle cavità artificiali, nel senso che ci si è limitati a rilevare le buche interessate da uno o più ingressi nelle giornate di osservazione, svolte nelle ore mattutine (dalle 7:00-7:15 alle 8:00-8:30) ed in condizioni di tempo sereno, con la colonia in attività nelle adiacenze dei siti di nidificazione. Non sono quindi stati compiuti accertamenti diretti sull'effettiva nidificazione. D'altronde la frequentazione delle buche è comunque riconducibile ad attività finalizzate alla nidificazione, stante il periodo di effettuazione delle osservazioni (Arrigoni degli Oddi, 1929; Ciani, 1992; Brichetti & Caffi, 1994; Brichetti & Fracasso, 2007; Cramps, 1985; Minelli & Ferri, 1995), indipendentemente dal successo riproduttivo.

Alcune coppie di rondone (almeno sette) hanno utilizzato crepe e fessurazioni accidentali, soprattutto sulla facciata nord.

Per quanto riguarda altre specie di uccelli, le cavità artificiali sono state utilizzate da alcuni esemplari di storno (*Sturnus vulgaris*) e, in misura minore, di cinciallegra (*Parus major*) e di passera d'Italia (*Passer italiae*).

Considerato che nei diversi anni vi è stata qualche leggera variazione nella disposizione delle buche frequentate, e per compensare eventuali sottostime dovute alla limitata durata dei periodi di osservazione, al fine di meglio quantificare l'efficacia complessiva dell'intervento, cioè il gradimento da parte dei rondoni dei siti allestiti, si è conteggiato il numero di buche pontaie utilizzate in almeno uno degli anni del periodo esaminato (Tab. 2).

Dai 10 m in su i siti sono stati frequentati dai rondoni su tutte e quattro le facciate della torre.

I tre siti posti ad altezza inferiore o uguale a 6 m non sono stati frequentati dai rondoni.

In Tabb. 1 e 2 i tre siti di cui sopra non sono stati presi in considerazione.

4. Conclusioni

Dall'esame dei dati nell'intervallo di tempo esaminato (2005-2011), pur scontando la mancanza di osservazioni nel 2004 e nel 2009, si evidenzia la tendenza ad una progressiva colonizzazione dei siti messi a disposizione, ed una frequentazione degli stessi che si attesta complessivamente sul 91,14%.

Considerando il periodo in cui i rondoni frequentano i siti si ritiene che gli accessi siano comunque da correlare all'attività riproduttiva degli stessi.

La percentuale di utilizzazione annuale arriva ad attestarsi sul 77,2%, valore simile a quelli già rilevati in Romagna (Ciani, 1992).

Le facciate maggiormente frequentate risultano essere la nord, la ovest e la sud, la meno frequentata la est. Che tali differenze siano statisticamente significative e realmente imputabili all'esposizione e non ad altri fattori (ad es. la conformazione della camera di nidificazione) è cosa che andrebbe meglio approfondita. La situazione appare comunque diversa da quelle descritte da Ciani (1992), dove le cavità più utilizzate sono state quelle esposte a nord e ad est, e da Brichetti & Caffi (1994), dove le esposizioni preferite sono risultate la sud e la ovest.

Discriminante appare invece l'altezza minima dei siti, per lo meno al di sotto dei 6 m.

Visti i risultati, si ritiene che esperienze come quella descritta nel presente lavoro possano divenire utili elementi per una strategia complessiva di tutela dei rondoni.

	Cavità allestite	Cavità frequentate 2005	Cavità frequentate 2006	Cavità frequentate 2007	Cavità frequentate 2008	Cavità frequentate 2010	Cavità frequentate 2011
Nord	16	5	5	6	9	16	13
Est	17	4	4	7	9	10	14
Sud	22	0	5	9	9	16	15
Ovest	24	0	5	13	11	18	19
Totale	**79**	**9**	**19**	**35**	**38**	**60**	**61**

Tab. 1 – Cavità allestite e frequentate nel periodo 2005-2011

	Cavità presenti	Cavità utilizzate	Percentuale
Nord	16	16	100 %
Est	17	14	82,35 %
Sud	22	20	90,91 %
Ovest	24	22	91,67 %
Totale	**79**	**72**	**91,14 %**

Tab. 2 – Percentuali di utilizzo delle cavità allestite

Ringraziamenti

Ringrazio per la collaborazione nella predisposizione degli interventi e per lo svolgimento delle osservazioni sul campo Fabrizio Bonettini, Lorenzo Leggio, il Dott. Giulio Pizzi, Iver Ronchetti, Walter Tralli e la Dott.ssa Alessandra Vincenzi dell'Ufficio Ambiente del Comune di Nonantola.

Per la consulenza e i consigli sull'adeguamento delle buche pontaie e sull'attrazione dei rondoni con richiami il Dott. Mauro Ferri, collega del Servizio Veterinario dell'AUSL di Modena.

Per la raccolta delle informazioni utilizzate nella stesura dell'articolo Marco Dinetti ed Enrico Selmi della LIPU, il Dott. Fausto Minelli, direttore del Parco Regionale dei Sassi di Roccamalatina e il Dott. Osvaldo Negra del Museo Tridentino di Scienze Naturali.

Un ringraziamento particolare, last but not least*, a Danilo Garuti, operaio a tempo determinato presso il Comune di Nonantola, le cui abilità manuale e disponibilità personale hanno reso possibile la realizzazione dell'intervento in economia, a dimostrazione delle potenzialità che possono esprimere le tanto vituperate dotazioni organiche degli Enti locali.*

Bibliografia

ARRIGONI DEGLI ODDI E., 1929 – *Ornitologia italiana*. Hoepli, Milano, pp. 319-321.

BRICHETTI P. & CAFFI M., 1994 – *Biologia riproduttiva di una popolazione di rondone,* Apus apus*, nidificante in una "piccionaia" della pianura lombarda*. Riv. Ital. Orn., Milano, **64**(1), pp. 21-27.

BRICHETTI P. & FRACASSO G., 2007 – *Ornitologia italiana*. Vol. **4**, Perdisa Editore, Ozzano Emilia, pp. 9-18.

CIANI C., 1992 – *Dati sulla biologia riproduttiva del rondone (*Apus apus*) in Romagna*. Riv. Ital. Orn., Milano, **62**(3-4), pp. 171-177.

CRAMPS S., 1985 – *Handbook of the birds of Europe the Middle East and North Africa*. Vol. **4**, Oxford, pp. 657-669.

GIOVANNINI P. & PARENTI R., 2006 – *Torre Vanga a Trento. Aspetti metodologici e operativi dell'analisi stratigrafica finalizzata al cantiere di restauro*. Archeologia dell'Architettura, Firenze, XI, pp. 69-86.

LUINI G. & VIGANÒ A., 1995 – *La ristrutturazione degli edifici e il rondone maggiore (*Apus melba*): l'esempio della torre campanaria della Basilica di Santa Maria Assunta di Gallarate*. Monografia A.S.O.I.M., n. **5**, Electa, Napoli, pp. 36-38.

MINELLI F. & FERRI M., 1992 – *Tre anni di studio su una colonia di rondone (*Apus apus*) nidificante in torre rondonara nel Parco regionale dei Sassi di Roccamalatina*. Natura Modenese, **2**, pp. 17-24.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Paolo Serventi[*], **Giampaolo Di Silvestro**[**]

Economia e cultura paleontologica: il caso del Marocco

Riassunto

Il rapporto tra commerciante di fossili e paleontologi viene qui affrontato sulla base dell'esperienza di uno degli autori. Tutto nasce da viaggi compiuti in Marocco allo scopo di acquisire campioni paleontologici e di individuare nuove località fossilifere del Paleozoico.

Abstract

The relationship between fossil dealers and palaeontologists is discussed on the basis of personal experience acquired during several journeys across Morocco with the purpose of identifying new fossiliferous sites of the Palaeozoic.

Parole chiave: *Cefalopodi nautiloidi, ammonoidi, Trilobiti, Paleozoico, Cretaceo, Marocco*

Key words: *Cephalopoda, Nautiloidea, Ammonoidea, Trilobita, Palaeozoic, Cretaceous, Morocco*

* Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, 41121 MODENA, e-mail: paolo.serventi@unimore.it

** ZOIC s.r.l., Via Flavia 35, 34148 TRIESTE

1. Introduzione

A partire dalla seconda metà del XX secolo il Marocco si è dimostrato un vero e proprio "paradiso terrestre" per la paleontologia. Ricercatori provenienti da tutto il mondo hanno studiato e continuano a studiare le faune marocchine, grazie alla ricchezza della biodiversità, all'abbondanza dei reperti e per il loro ottimo stato di conservazione. Tutti i gruppi sistematici, dagli artropodi ai molluschi e poi ancora i dinosauri, i rettili volanti e marini e i mammiferi, sono stati analizzati e descritti.

Le recenti spedizioni in Marocco degli autori (condotte tra febbraio e maggio del 2011) hanno avuto lo scopo di individuare nuove località fossilifere paleozoiche e raccogliere campioni fossili di trilobiti, cefalopodi nautiloidi e ammonoidi; congiuntamente all'acquisto di reperti fossili prevalentemente mesozoici. Inoltre, di grande importanza per il futuro, sono stati curati i rapporti con i raccoglitori del posto per istruirli sia nella raccolta sistematica, secondo un metodo stratigrafico rigoroso, sia nella preparazione dei campioni per successivo studio e potenziale sfruttamento economico dei giacimenti fossili.

Il programma delle singole spedizioni prevedeva tre distinte tappe (Fig. 1):

a) Area Erfoud/Derkaoua/Merzouga (Paleozoico);

b) Formazione del Kem Kem (Cretaceo);

c) Fosfati di Kouribga (Cretaceo-Eocene).

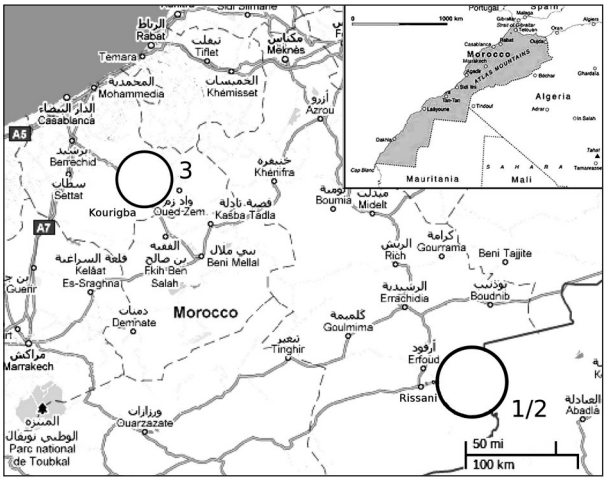

Fig. 1 - Carta del Marocco con le aree di studio evidenziate da cerchi: 1) Area Erfoud/Derkaoua/Merzouga (Paleozoico); 2) Formazione del Kem Kem (Cretaceo); 3) Fosfati di Kouribga (Cretaceo-Eocene)

2. Area Erfoud/Derkaoua/Merzouga

Quest'area si trova nella regione di Meknès-Tafilalet nel sud-est del Paese (Fig. 1). Il Paleozoico affiora con continuità ed è facilmente campionabile (Fig. 2). Le rocce di età Ordoviciano/Siluriano/Devoniano sono estremamente ricche di fossili. Le faune siluriane sono dominate da cefalopodi nautiloidi, nel Devoniano si nota invece un *turnover* a favore degli ammonoidi. Lo stato di conservazione di questi fossili è sostanzialmente buono, tuttavia sono frequenti i modelli interni. Mentre per i nautiloidi il riconoscimento si effettua mediante ornamentazione esterna e caratteri interni, quali i collaretti settali e i depositi interni, negli ammonoidi si analizzano le suture esterne, carattere questo estremamente importante nella sistematica di questa classe di molluschi.

La fauna a nautiloidi è decisamente diversificata sia con forme ortocone lunghe e diritte, rappresentata per esempio dai generi *Michelinoceras* (ordine Orthocerida), *Spyroceras* (ordine Pseudorthocerida), *Metarmenoceras* (ordine Actinocerida), sia con forme brevicone e/o curve, quali *Brevicoceras, Jovellania* appartenenti all'ordine Oncocerida, *Pseudendoplectoceras* (ordine Discosorida) (Kröger, 2008). Si segnala per la prima volta un esemplare appartenente all'ordine Ascocerida (Fig. 8). Gli ammonoidi sono rappresentati invece da una fauna variegata ed eterogenea, in particolare sono abbondanti i generi *Beloceras* e *Erbenoceras* (ordine Agoniatitida) (Fig. 8)*, Acrimenoceras, Clymenia, Gonoiclymenia* (ordine Clymeniida) ecc. (cfr. Klug, 2001, 2002; Klug *et al.*, 2008; Korn *et al*., 1999; Korn & Ebbighausen, 2008; De Baets *et al*., 2010).

Tra i più importanti ed apprezzati fossili ci sono i trilobiti (Fig. 8). Questi artropodi, esclusivi del Paleozoico, compaiono in quest'area a partire dal Cambriano Inferiore (Geyer, 1993; Corbacho & Vela, 2010) e sono rinvenibili fino al Carbonifero Inferiore (Viseano) (Korn *et al*., 1999).

Fig. 2 - Bouchrafine (sulla strada Erfoud-Merzane): affioramenti devoniani denominati "a denti di sega"

Fig. 3 - "Tavolo di lavoro" di un preparatore di trilobiti (Merzane)

Lo stato di conservazione delle parti mineralizzate del guscio è generalmente molto buono, tanto che è possibile la preservazione di tubercoli, ornamentazioni, domi (strutture sensoriali) e addirittura occhi (cfr. il volume "Trilobites" di Bonino & Kier, 2010).

Nei giacimenti ordoviciani di Fezouata è inoltre stato individuato un campione con una parziale conservazione delle parti molli e del sistema locomotorio (Bonino & Kier, 2010).

La diversità a livello generico è molto alta e l'adattamento all'ambiente mostrato dagli esemplari è veramente impressionante: *Myopsolenites*, *Gondwanaspis*, *Ceratarges*, *Koneprusia*, *Kingaspis*, *Psicophyge* (Geyer, 1990; Alberti, 1970; Chatterton *et al*., 2006; McKellar & Chatterton, 2009) sono solo alcune delle forme che si possono rinvenire negli affioramenti paleozoici del Marocco.

La loro preparazione comporta da parte del preparatore un lavoro complesso e prolungato nel tempo. La roccia che ingloba il fossile viene progressivamente ridotta con l'uso di scalpelli elettrici, martelli e scalpelli pneumatici. L'uso della sabbiatrice serve per completare il lavoro di rifinitura. Purtroppo la gran parte dei preparatori marocchini sembra non capire come si lavora e nella maggioranza dei casi i trilobiti, dotati di spine dorsali, vengono "devastati" da queste rozze tecniche di raccolta perdendo così il loro valore scientifico e commerciale (Fig. 3). Paradossalmente, a fronte di un investimento con-

tenuto, i guadagni per l'operatore potrebbero essere elevati e, con un adeguato addestramento, si potrebbero ottenere ottimi risultati.

Per quel che riguarda il nostro *team* però, nel caso di eccezionali ritrovamenti, viene sempre preferito prelevare il campione grezzo per un successivo lavoro di preparazione in Italia o negli Stati Uniti.

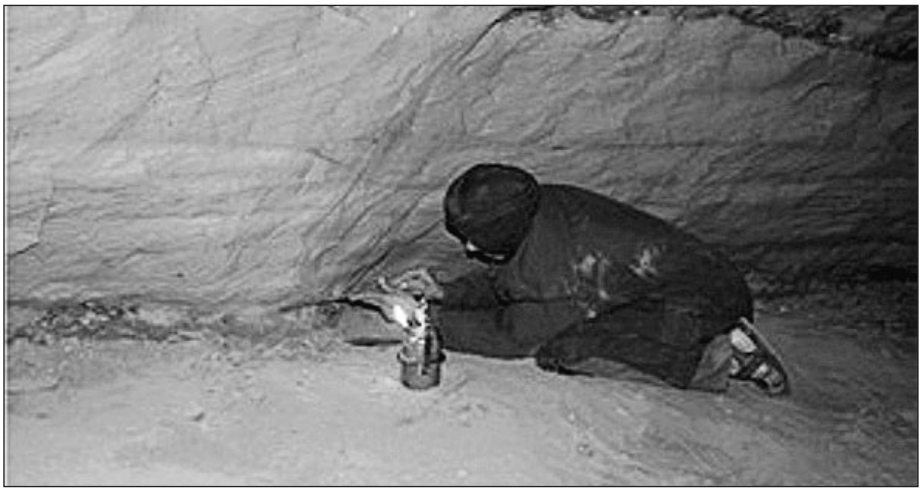

Fig. 4 - Galleria scavata nelle Arenarie del Kem Kem

Fig. 5 - Lastra con cranio di Mosasauro (Kouribga)

3. Formazione del Kem Kem

Le arenarie rosse della Formazione dei "*Kem Kem Beds*" (Sereno *et al*., 1996) affiorano nella parte sud-orientale del Marocco lungo il confine con l'Algeria e sono datate alla parte iniziale del Cretaceo Superiore (Fig. 1) (Weishampel *et al*., 2004). Da questi depositi di origine fluviale gli abitanti estraggono molti resti fossili di vertebrati e in particolare denti di dinosauri. Questi sono soprattutto carnivori, vale a dire *Spinosaurus maroccanus*, *Carcharodontosaurus saharicus* (Fig. 8), *Deltadromeus agilis* e una recentissima forma di Neotheropoda chiamata *Kemkemia auditorei* (Cau & Maganucco, 2009). I dinosauri vegetariani sono in minor numero e qui si segnala solo il genere *Rebbachisaurus*. Questa abbondanza di carnivori ha suscitato non poche domande: perchè il numero di resti di carnivori è così elevato mentre è quasi insignificante quello degli erbivori? Forse all'epoca c'era una sovrabbondanza di carnivori? Secondo McGowan & Dyke (2009) e Dyke (2010) la risposta è data solo da una richiesta settoriale da parte del mercato collezionistico.

Parallelamente ai resti di dinosauri sono presenti coccodrilli, tartarughe e pochi resti di pterosauri attribuiti ai generi *Alanqa* e *Coloborhynchus* (Ibrahim *et al.*, 2010). Numerosissimi i denti di *Onchopristis numidus* del Cretaceo, un raiforme, appartenente alla classe dei pesci cartilaginei.

Grande emozione si prova nel guardare le gallerie scavate nelle arenarie. Queste gallerie, non armate, sono estremamente pericolose perché i sedimenti, poco consolidati, a volte franano seppellendo i lavoratori che si trovano all'interno (Fig. 4).

Fig. 6 - Cassette di denti di squalo (generi Otodus *e* Squalicorax*) (Kouribga)*

4. Fosfati di Khouribga

Nel viaggio di rientro alla volta dell'aeroporto di Casablanca, tappa obbligata sono i raccoglitori/venditori di vertebrati del bacino a evaporiti di Khourigba, nella provincia di Settat (Fig. 1). Questa vasta pianura a fosfati è una delle risorse economiche principali del Marocco dato che i fosfati sono ampiamente utilizzati nella produzione di fertilizzanti e detersivi. All'interno di questi depositi, di età cretaceo-eocenica, si può rinvenire un'enorme quantità di resti fossili. Dai rettili marini cretacei come *Globidens aegypticus* (mangiatore di conchiglie), *Mosasaurus anceps* e *M. beaugei* (carnivori) e *Plesiosaurus mauritanicus* (plesiosauro), ai coccodrilli e alle tartarughe e ancora resti di uccelli e migliaia di denti di squali dei generi *Otodus* e *Squalicorax* (Figg. 5, 6) (Arambourg, 1952).

Sebbene molte famiglie marocchine trovino sussistenza nella vendita di questi fossili, la maggior parte del materiale viene triturata e finisce nelle raffinerie (Fig. 7). Mentre visioniamo alcuni fossili una carica esplosiva viene fatta brillare per aprire un nuovo piano di cava.

Fig. 7 – Depositi di fosfati (Kouribga)

5. La Paleontologia tra scienza e commercio

L'amore per i fossili porta molti appassionati a raccogliere reperti che vanno a costituire piccole o grandi collezioni, che spesso vengono successivamente donate a Musei ed Università, salvandole così dalla naturale distruzione o dall'abbandono. Talvolta i collezionisti raccoglitori si dimostrano utilissimi ai fini scientifici, perché segnalano ai ricercatori nuovi siti e/o nuovi *taxa*; purtroppo capita anche che certi individui non solo devastino gli affioramenti ma facciano commercio illegale dei fossili trovati (ricordiamo il vigente "Codice dei beni culturali e del paesaggio" – Decreto legislativo 42/2004; si leggano a tal proposito i due interessanti articoli di Lugli apparsi su PaleoItalia nn. 9 e 11).

Esiste poi la categoria dei commercianti di fossili. Spesso queste persone vengono considerate come dei "banditi" della paleontologia. Tuttavia il venditore può essere visto dal mondo scientifico come il miglior alleato nella ricerca e nella salvaguardia del patrimonio paleontologico così come l'avanguardia nella ricerca della paleobiodiversità.

Nel corso di questi viaggi, nelle trattative del "quanto vuoi per questo..?", abbiamo capito cosa significhi "Economia e Cultura paleontologica". Abbiamo capito, cioè, che se da un lato l'opera dei venditori di fossili può essere una perdita, dall'altro la loro "intraprendenza" può essere una risorsa da non sottovalutare. È il caso dei diversi esemplari di trilobiti, che potranno essere descritti come specie nuove, così come per ammoniti e nautiloidi.

Una stretta collaborazione tra ditta e ricercatore può portare a vantaggi reciproci sostenendo spese di viaggio, soggiorno, affitto, noleggio di fuoristrada, spostamenti, raccolta del materiale, imballaggio, spedizione, tasse doganali, preparazione ecc.

Parallelamente gli studi paleontologici degli operatori (per la maggior parte dei casi laureati in scienze geologiche o naturali) sono un aiuto per il ricercatore, il quale si confronta con essi e decide le "strategie" future o l'impiego di nuovi materiali e apparecchi. La collaborazione che si instaura si dimostra pertanto estremamente vantaggiosa per entrambe le parti.

I vantaggi della collaborazione inoltre si concretizzano anche:

1) nella individuazione sul territorio di un collaboratore che, conoscendo le principali lingue europee, tenga i contatti con i raccoglitori;
2) nella creazione di una rete di persone che, previa istruzione, raccolgano campioni in modo sistematico e preciso e tengano informati i ricercatori su nuovi rinvenimenti (emblematico è il caso di uno scavatore locale che percorse decine di chilometri in bicicletta per riportare esemplari di trilobiti siluriani trovati in una nuova località);
3) nella possibilità di avere delle "anteprime" in esclusiva.

Si può concludere con una riflessione: purtroppo di questi tempi i fondi economici a disposizione dei ricercatori sono decisamente scarsi; questo riduce di molto la possibilità di compiere missioni e campagne di raccolta, soprattutto all'estero. Come anche l'esperienza degli scriventi ha dimostrato, la collaborazione con una ditta specializzata può allora essere di reale utilità al mondo scientifico.

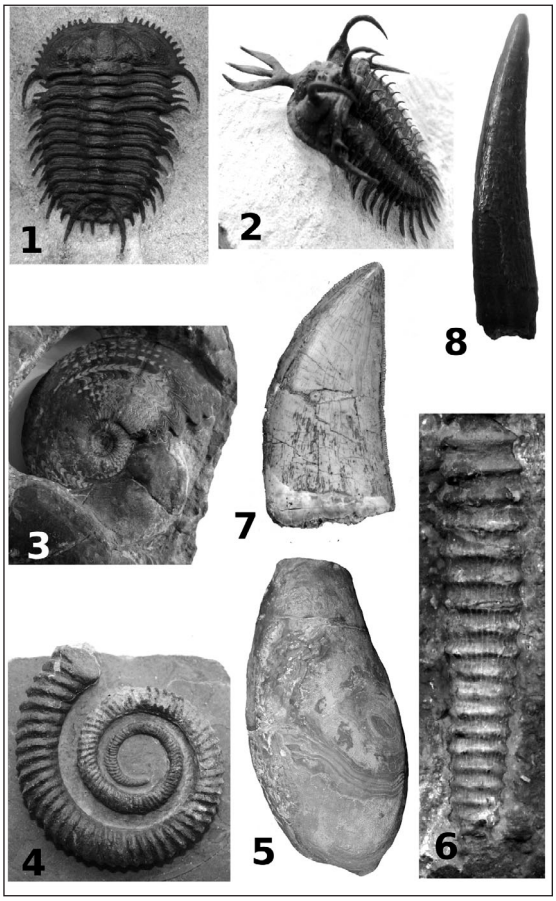

Fig. 8 – 1) Gondwanaspis mrirtensis*, Frasniano (Devoniano Sup.), "Kellwasser levels", Mrirt, x 1; 2)* Walliserops hamii*, Eifeliano iniziale (Devoniano Medio), "Erbenochile bed", Jbel Issoumour, x 1; 3)* Beloceras tenuistriatum*, Frasniano (Devoniano Sup.), "Achguig Fm.", Merzane, x 0,5; 4)* Erbenoceras advolvens*, Zlichoviano (Devoniano Inf.), "Seheb El Rassel Fm.", Merzane, x 0,5; 5)* Ascoceras sp. ind.*, Frasniano (Devoniano Sup.), "Achguig Fm.", Merzane, x 0,35; 6)* Spyroceras fukuijense*?, Frasniano (Devoniano Sup.), "Achguig Fm.", Merzane, x 0,5; 7)* Carcharodontosaurus saharicus, *Aptiano (Cretaceo Sup.), "Kem Kem Fm.", Hamada du Guir, x 1; 8)* Gnathosaurus sp.*, Aptiano (Cretaceo Sup.), "Kem Kem Fm.", Hamada du Guir, x 3*

Ringraziamenti

Si ringraziano le ditte "ZOIC" s.r.l. di Trieste e "FIDIARESTAURI" di Andrea Petrolini, Parma, che hanno finanziato le missioni in Marocco. Si ringrazia inoltre la Prof.ssa Annalisa Ferretti del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio E. per la lettura critica del manoscritto.

Bibliografia

ALBERTI H., 1970 – *Neue Trilobiten-Faunen aus dem Ober-Devons Marokkos*. Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie, **5**, pp. 15-29.

ARAMBOURG C., 1952 – *Les vértebrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc-Algerie-Tunisie)*. Notes et Memoires du Service géologique du Maroc, **92**, pp. 1-372.

BONINO E. & KIER C., 2010 – *In the back to the Past Museum Guide to Trilobites*. Casa Editrice Marna, 494 pp., Barzago (LC).

CAU A. & MAGANUCCO S., 2009 – *A new theropod dinosaur, represented by a single unusual caudal vertebra from the Kem Kem Beds (Cretaceous) of Morocco*. Atti Società Italiana Scienze Naturali, Museo Civico Storia Naturale Milano, **150**(II), pp. 239-257.

CHATTERON B.D.E., FORTEY R.A., BRETT K., GIBB S. & MCKELLAR R., 2006 – *Trilobites from the Lower to Middle Devonian Timrhanrhart Formation, Jbel Gara el Zguilma, southern Morocco*. Palaeontographica Canadiana, **25**, pp. 1-179.

CORBACHO J. & VELA J.A., 2010 – *Giant Trilobites from Lower Ordovician of Morocco*. Batalleria, **15**, pp. 3-23, Barcelona.

DE BAETS K., KLUG C. & PLUSQUELLEC Y., 2010 – *Zlíchovian faunas with early ammonoids from Morocco and their use for the correlation of the eastern Anti-Atlas and the western Dra Valley*. Bulletin of Geosciences, **85**(2), pp. 317-352.

DYKE G., 2010 – *Palaeoecology: Different Dinosaur Ecologies in Deep Time?* Current Biology, **20** (22), pp. R983-R985.

GEYER G., 1990 – *Proposal of formal lithostratigraphical unit of the terminal Proterozoic to early Middle Cambrian of Southern of Morocco*. Newsletter on Stratigraphy, **22**(2/3), pp. 87-109.

GEYER G., 1993 – *The Giant Cambrian Trilobites of Morocco*. Beringeria, **8**, pp. 71-107.

IBRAHIM N., UNWIN D.M., MARTILL D.M., BAIDDER L. & ZOUHRI S., 2010 – *A New Pterosaur (Pterodactyloidea: Azhdarchidae) from the Upper Cretaceous of Morocco*. PLoS ONE, **5**(5).

KLUG C., 2001 – *Early Emsian ammonoids from the eastern Anti-Atlas (Morocco) and their succession*. Palaontologische Zeitschrift, **74**, pp. 479-515.

KLUG C., 2002 – *Quantitative stratigraphy and taxonomy of late Emsian and Eifelian ammonoids of the eastern Anti-Atlas (Morocco)*. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **238**, pp. 1-109, Frankfurt/Main.

KLUG C., KRÖGER B., KORN D., RUCKLIN M., SCHEMM-GREGORY M., DEBAETS K. & MAPES R., 2008 – *Ecological change during the early early Emsian (Devonian) in the Tafilalt (Morocco), the origin of the Ammonoidea, and the first African pyrgocystid edrioasteroids, machaerids and phyllocarids*. Palaeontographica Ab., **283**, pp. 1-94.

KORN D. & EBBIGHAUSEN V., 2008 – *The Early Carboniferous (Mississippian) Ammonoids from the Chebket el Hamra (Jerada Basin, Morocco)*. Fossil Record, **11**(2), pp. 83-156.

KORN D., KLUG C. & MAPES R.H., 1999 – *Viséan and Early Namuriannb Ammonoids from the Tafilalt (Eastern Anti-Atlas, Morocco)*. Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, **54**, pp. 345-375.

KRÖGER B., 2008 – *Nautiloids before and during the ammonoid origin in a Siluro-Devonian section of the Tafilalt (Morocco)*. Special Papers in Palaeontology, **79,** pp. 1-110.

LUGLI M., 2003 – *Paleo Lex*. PaleoItalia, **9**, pp. 36-38.

LUGLI M., 2004 – *Paleo Lex*. PaleoItalia, **11**, pp. 29, 30.

MCGOWAN A. & DYKE G., 2009 – *A surfeit of theropods in the Moroccan Late Cretaceous? Comparing*

diversity estimates from field data and fossil shops. Geology, **37**(9), pp. 843-846.

McKellar R.C. & Chatterton B.D.E., 2009 – *Early and Middle Devonian Phacopidae (Trilobita) of southern Morocco*. Palaeontographica Canadiana, **28**, pp. 1-110.

Sereno P.C., Dutheil D.B., Iarochene M., Larsson H.C.E., Lyon G.H., Magwene P.M., Sidor C.A., Varricchio D.J. & Wilson J.A., 1996 – *Predatory dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation*. Science, **272**, pp. 986-991.

Weishampel D.B., Dodson P. & Osmòlska H., 2004 – *Dinosaur distribution (Late Cretaceous, Africa)*. In: D.B. Weishampel, P. Dodson & H. Osmólska (eds.) "The Dinosauria", 2nd Ed., pp. 604-605, University of California Press, Berkeley.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Eleonora Rattighieri[*], Assunta Florenzano[*], Anna Maria Mercuri[*], Sara Tiziana Levi[**]

Una ricostruzione archeoambientale del sito di San Vincenzo, villaggio del bronzo a Stromboli

Riassunto

Il lavoro presenta i risultati preliminari ottenuti dalle analisi archeobotaniche condotte nel villaggio di San Vincenzo a Stromboli. L'abitato è costituito da un villaggio preistorico risalente all'Età del Bronzo Medio 1-2 (prima metà del II millennio a.C.). L'analisi di 10 campioni palinologici è stata finalizzata alla ricostruzione del paesaggio vegetale coevo e successivo alla fase di vita del villaggio preistorico e ha permesso di ottenere indicazioni sull'attività produttiva all'interno dell'abitato. In particolare, la significatività degli indicatori di pascolo (ad es. Trifolium *e spore di funghi coprofili), la scarsa presenza di polline di* Olea europaea *e l'assenza di cereali suggerisce che l'economia della popolazione locale fosse principalmente basata sull'allevamento di animali domestici. L'ambiente doveva essere decisamente deforestato con significativi caratteri di antropizzazione.*

Abstract

The first results obtained from archaeobotanical analyses carried out on samples from San Vincenzo, a prehistoric village located in the isle of Stromboli (Sicily), are presented. The archaeological layers were dated to the Middle Bronze Age 1-2 (first half of the 2nd millennium B.C.). The analyses of 10 pollen samples aimed to reconstruct the plant landscape during the settlement's lifetime and in the following phases. Data suggest that the economy of these people was based on animal breeding rather than agriculture. In fact, pasture land pollen indicators were significantly present (for example, Trifolium *e coprophilous fungi spores), while pollen of* Olea europaea *was rare and cereals were absent. The landscape was open and fairly treeless, while some evidence of human presence was marked by nitrophilous and other anthropogenic pollen indicators.*

Parole chiave: *polline, archeobotanica, Stromboli, Bronzo medio*

Key words: *pollen, archaeobotany, Stromboli, Sicily, Middle Bronze Age*

[*] Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica, Dipartimento di Biologia, Università di Modena e Reggio E., Viale Caduti in Guerra 127, 41121 MODENA, e-mail: annamaria.mercuri@unimore.it, website: www.palinopaleobot.unimore.it

[**] Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio E., Largo S. Eufemia 19, 41121 MODENA

1. Introduzione

L'obiettivo principale di questo lavoro è fornire i primi elementi per una ricostruzione archeoambientale del sito del Bronzo medio 1-2 di San Vincenzo a Stromboli (lat. 38°48'12" N; long. 15°14'27" E da Greenwich), nell'arcipelago delle Isole Eolie (Fig. 1), attraverso lo studio di campioni pollinici prelevati durante la prima campagna di scavo 2009. Lo scavo è parte di un ampio progetto che ha come obiettivo la prosecuzione e il completamento delle ricerche iniziate trent'anni fa nell'isola da Madaleine Cavalier (Cavalier, 1980). Grazie a quelle prime ricerche, infatti, erano stati portati alla luce materiali attribuibili all'Età del bronzo (Capo Graziano 2) ed erano emerse tracce di capanne appartenenti alla fase dell'insediamento protostorico.

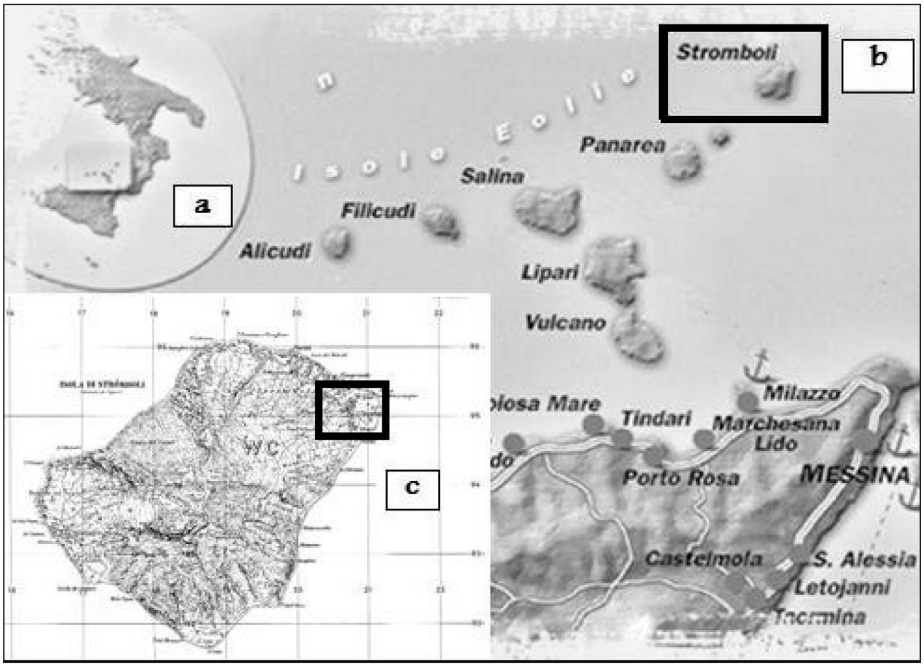

Fig. 1 – Localizzazione geografica dell'arcipelago delle Isole Eolie (a), dell'isola di Stromboli (b) e di San Vincenzo (c)

Le indagini archeologiche a Stromboli sono il frutto della collaborazione del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia (S.T. Levi) con il Servizio Beni Archeologici della Soprintendenza ai Beni Culturali di Messina (G. Tigano, M.C. Martinelli, A. Ollà) e con il

CNR-ICEVO-Roma (M. Bettelli, A. Di Renzoni, F. Ferranti) e si avvale dell'attivo supporto della Circoscrizione comunale di Stromboli (C. Lanza).

Il carattere della ricerca archeologica condotta a San Vincenzo è fortemente interdisciplinare: partecipano numerosi specialisti provenienti da diverse istituzioni italiane e estere. Dal sito sono stati prelevati, oltre ai campioni per le analisi archeobotaniche, campioni per analisi geopedologiche, archeometriche e per la datazione al ^{14}C; sul campo sono state condotte indagini mineralogiche, petrologiche, sedimentologiche e vulcanologiche.

L'analisi pollinica è uno strumento fondamentale per ricostruire l'evoluzione del paesaggio vegetale e dell'ambiente che caratterizzarono i siti archeologici nel passato (Mercuri, 2008; Mercuri *et al*., 2010a, 2010b; Sadori *et al*., 2010; Bosi *et al.*, 2011). Nel caso studiato, tale analisi permetterà di ricostruire il paesaggio vegetale coevo e successivo alla fase di vita del villaggio protostorico e fornire alcune indicazioni sulle attività produttive all'interno dell'abitato. La ricerca archeobotanica si è concentrata nell'indagine di alcune aree dei settori di scavo in cui la situazione stratigrafica garantiva l'assenza di disturbi post-deposizionali.

Precedenti indagini archeobotaniche condotte all'interno del contesto eoliano provengono dal villaggio di Portella, nell'isola di Salina (Milazzese, Bronzo medio 3), e da Filo Braccio, nell'isola di Filicudi (Capo Graziano 1, Bronzo antico) (D'Oronzo *et al*., 2010; Martinelli *et al*., 2010), dove sono stati analizzati macroresti vegetali. Le analisi hanno riguardato lo studio dei resti antracologici, campionati sia all'interno delle abitazioni, sia all'esterno delle strutture abitative. I dati archeobotanici presentati in questo lavoro vanno ad integrare la ricostruzione del contesto ambientale dell'arcipelago nelle fasi del bronzo.

Nella campagna di scavo 2009 sono stati indagati diversi settori del sito di San Vincenzo, costituito da capanne ovali realizzate in blocchi di pietra lavica, e archeologicamente datato all'Età del bronzo medio 1-2 (XVII-XV sec. a.C.). Il sito è attualmente inserito in un paesaggio caratterizzato da vegetazione mediterranea (Lo Cascio & Navarra, 2003), dove prevalgono specie erbacee (*Centaurea aeolica* Guss, *Senecio bicolor* (Willd.) Tod., *Cynodon dactylon* (L.), *Medicago marina* L., *Cytisus aeolicus* Guss.), mentre sono meno rappresentate le specie legnose (*Quercus ilex* L., *Genista tyrrhena* Vals., *Euphorbia dendroides* L.).

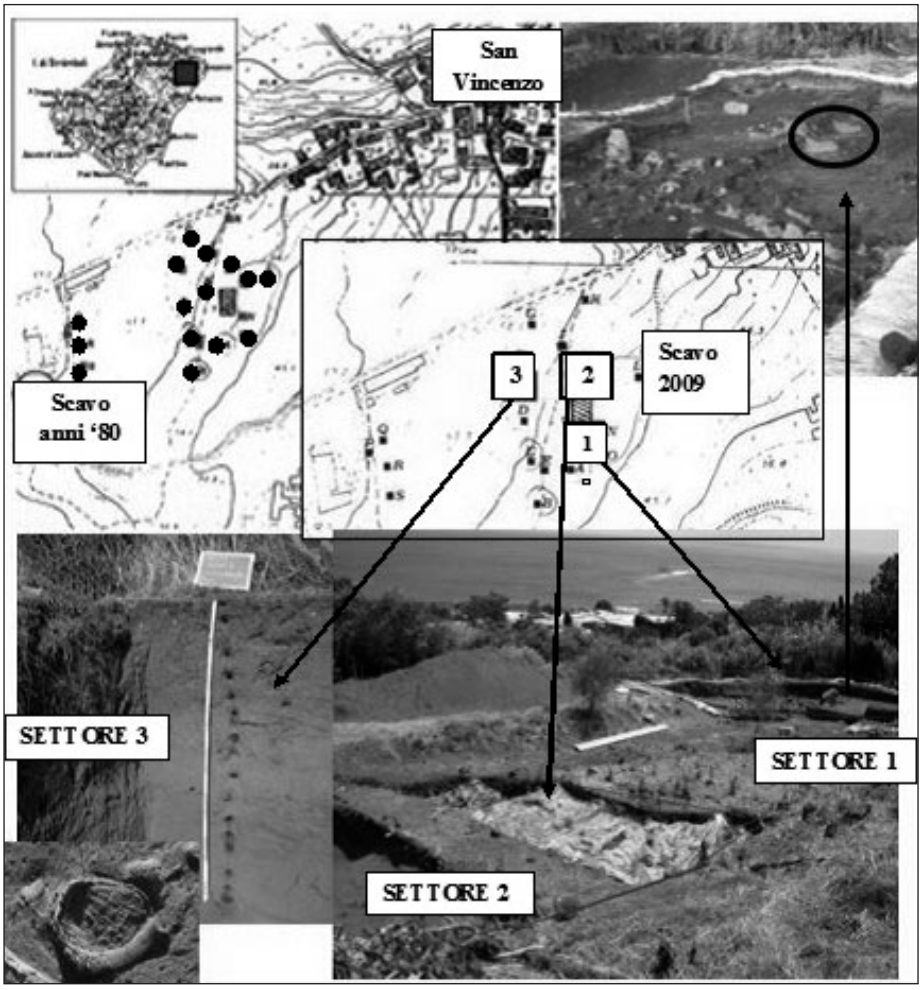

Fig. 2 – Aree del campionamento pollinico

2. Materiali e metodi

I campioni utilizzati per le analisi polliniche del sito di San Vincenzo sono stati così raccolti (Fig. 2; Tab. 1):

- Settore 1: 2 campioni provenienti da US3 (con materiali del bronzo) e da US6 (con materiali misti).
- Settore 3: 19 campioni raccolti a) dalla sezione ovest di una trincea in

cui si è effettuato un campionamento verticale (da 140 cm a 1 cm di profondità dal piano di campagna; il campione posto a 1 cm corrisponde a un suolo superficiale attuale, b) dal riempimento di una ciotola (a 142 cm di profondità, collocata nello strato basale della sezione ovest). US308 è del interamente del bronzo, mentre US305 lo è in parte.

- Sezione di Casa Flora: 3 campioni presi in sezione verticale.

In totale sono stati raccolti 24 campioni pollinici e sottoposti a trattamenti di estrazione del polline, effettuati nel Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica del Dipartimento di Biologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Il trattamento ha portato alla concentrazione dei palinomorfi dopo eliminazione della parte organica e minerale del sedimento. Una soluzione di $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ 10%, è stata usata per deflocculare la matrice del sedimento; i campioni sono stati poi filtrati attraverso un filtro in nylon con maglie di 7 μm. Tavolette di spore di *Lycopodium* sono state aggiunte per la valutazione delle concentrazioni polliniche (espresse in p/g = polline/grammo).

I residui sono stati trattati con HCl 10%, sottoposti ad acetolisi e a separazione con liquido pesante; il trattamento è proseguito con HF 40% e lavaggio in alcool a 90°. I residui finali sono stati inclusi in acqua e glicerina 50%, e montati su vetrini temporanei o su vetrini permanenti in gelatina glicerinata lutati con paraffina. I vetrini sono stati sottoposti ad analisi microscopica.

Dieci campioni sono stati selezionati per completare le analisi polliniche: si tratta di campioni attribuibili almeno in parte all'Età del bronzo e due campioni più recenti, uno pre-bronzo e uno superficiale. Sono state eseguite conte di ca. 300 granuli pollinici per campione e sono stati inoltre osservati lo stato di conservazione del polline e le principali forme di deterioramento dell'esina. L'identificazione è stata basata sulla Palinoteca di confronto e su atlanti (cfr. Moore *et al.*, 1991). Durante l'analisi microscopica è stata annotata la presenza di *Non Pollen Palynomorphs* (NPP) quali spore e ife fungine (Van Geel, 2001). Gli spettri pollinici percentuali sono stati calcolati su una Somma Pollinica che include tutti i granuli contati (mentre spore di felci e di funghi sono state escluse).

SIGLA	CAMPIONE	SETTORE	PROF. (cm)	US	DESCRIZIONE	GRANULI POLLINICI
1	SV09.1U104 . US6	1		6	Sedimento sopra lapilli e accrezioni che fanno parte del basamento roccioso (US 39)	300
2	SV09.1T104. US3	1		3	Sedimento sopra lapilli e accrezioni che fanno parte del basamento roccioso (US 39)	300
3	CF 7	SEZIONE OUT-SITE (Casa Flora)			Cenere con ostracodi	
4	CF 8				Strato concrezionato	
5	CF 9				Strato bruno subito al di sopra	
6	T 1	3	1	301	Humus	332
7	T 2		9	302	Livello sabbioso disomogeneo (rimaneggiato)	
8	T 3		25			
9	T 4		35			
10	T 5		45			385
11	T 6		52	303	Livello sabbioso giallastro	
12	T 7		58			
13	T 8		65	304	Livello sabbioso grigiastro, con frammenti ceramici greci, romani, medievali e recenti; presenti frammenti protostorici	
14	T 9		72			
15	T 10		80			
16	T 11		92			
17	T 12		102			
18	T 13		108	305	Livello sabbioso bruno rossastro, con ceramica del Bronzo	300
19	T 14		117			300
20	T 15		127			300
21	T 16		137			250
22	T 17a		140	308	Livello sabbioso bruno rossastro, con ceramica del	312
23	T 17b		140			
24	SV09.3. US 305-308	3	142	305-308	Riempimento ciotola 3	403

Tab. 1 – Elenco campioni pollinici prelevati dall'area dello scavo archeologico di San Vincenzo a Stromboli

3. Risultati

Tutti i campioni esaminati sono risultati polliniferi (Fig. 3).

Concentrazioni

Anche se la concentrazione pollinica è risultata mediamente buona con ca. 26.600 p/g, sono state osservate grandi differenze tra i campioni. Infatti, nei campioni archeologici la concentrazione è ca. 10.200 p/g (min. 2.805 p/g - campione 24; max. 37.602 p/g - campione 19).

Stato di conservazione

Le principali tipologie di deterioramento osservate nei granuli pollinici indicano probabile degradazione chimica, con assottigliamento e fusione delle sculture dell'esina. Sono anche testimoniati danni meccanici (rottura o accartocciamento) subiti dal polline in seguito a processi post-deposizionali (disidratazione e compattazione dei sedimenti; Berglund, 1986). Nei campioni del bronzo, talvolta sono stati osservati granuli particolarmente deteriorati, con esina "levigata" oppure con colorazione giallo-brunastra, di difficile identificazione; queste forme di degradazione potrebbero essere dovute a un forte stress termico subito dal materiale pollinifero, ad esempio a seguito dell'impatto con materiale eiettato durante l'attività vulcanica. Questo livello di deterioramento è maggiore di quello osservato nei campioni di età successiva.

Taxa e Percentuali

Gli spettri pollinici sono caratterizzati da una media di 16 taxa per campione.

Le erbacee prevalgono sulle legnose.

Nel campione superficiale (camp. 6), corrispondente alla pioggia pollinica attuale, il rapporto Legnose/Erbacee è 64/36. Le legnose sono rappresentate in maggioranza da *Salix* (17%), *Sambucus nigra* (7%), *Olea europaea* (6%), accompagnati da *Pinus* cf. *nigra* e *Quercus* caducifoglie con valori <2%. Le erbacee sono costituite soprattutto da Poaceae spontanee (14%) e Cyperaceae (12%). I cereali sono significativamente attestati (2%).

Nei campioni che includono strati del bronzo il rapporto Legnose/Erbacee è 11/89, valori che indicano una bassa copertura arborea e una vegetazione aperta. Tra le erbacee, ancora, prevalgono Poaceae spontanee e Cyperaceae, che rappresentano in media rispettivamente 23% e 24% degli spettri. Ben rappresentate sono anche *Quercus* caducifoglie (4%) e *Urtica dioica* tipo (13%). Sono assenti, invece, i cereali. Negli spettri, inoltre, sono da segnalare i picchi percentuali di alcuni taxa da cui possono emergere spunti utili alla ricostruzione del paesaggio vegetale. Tra questi, *Trifolium* è una leguminosa indicatrice di pascolo che raggiunge l'8% nel camp. 21; *Urtica* cf. *pilulifera* è un indicatore antropico spontaneo, diffuso principalmente in ambienti ruderali, che presenta un picco significativo di 13% nel camp. 24. Buona è pure la presenza di *Salix* nel camp. 21 (8%), mentre risulta presente in tracce (<0,7%) o assente negli altri campioni.

Tracce di funghi coprofili sono stati trovati sia nel campione superficiale sia in molti campioni del bronzo, con massimo di 11.000 spore fungine/grammo nel camp. 21.

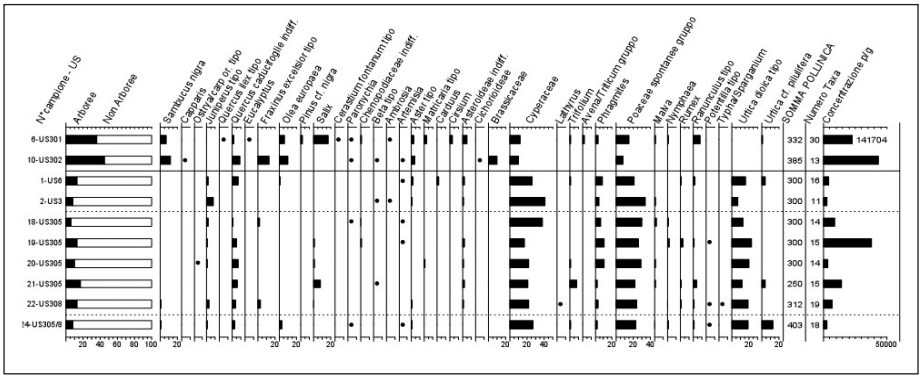

Fig. 3 – Diagramma pollinico dei campioni SV09 – Stromboli San Vincenzo (Tilia e TGView), i campioni sono numerati secondo Tab. 1. La concentrazione massima è raggiunta nel campione attuale (n.6, fuori scala: 141704 p/g)

4. Discussione

Gli spettri dei campioni attribuibili almeno in parte all'Età del bronzo mettono in luce una bassa copertura boschiva che doveva essere rada o distante dal sito, prevalentemente costituita da arbusti o alberi bassi. Tra questi, erano boscaglie a querce caducifoglie con ginepro, probabilmente nei versanti più assolati, e pochi elementi termofili quali olivo e altre Oleaceae. *Olea europaea* è presente in basse percentuali (<3%) e solo in tre campioni dell'Età del bronzo (1, 20, 24). Arbusti o alberi igrofili, come i salici, ed erbacee idrofite (ninfee) e igrofite (*Typha/Sparganium*) segnalano la presenza di acqua dolce che, vista la conformazione dell'isola, potrebbe essere legata agli accumuli d'acqua piovana e ad eventi torrentizi.

Data la vicinanza geografica e cronologica del sito di Portella a quello di San Vincenzo è interessante confrontare i risultati di queste analisi archeopalinologiche con i dati emersi da precedenti indagini archaeobotaniche. A Salina sono stati analizzati due tipi di reperti: 1) il materiale combusto riferibile a strutture probabilmente di tipo domestico ha restituito pochi taxa (*Pistacia*, *Cistus*, Ericaceae e Myrtaceae); 2) i resti antracologici provenienti dalla copertura delle capanne sono risultati rami con diametro di piccole e medie dimensioni riferibili a leguminose, in particolare Genistae, e a Pomoideae e *Olea europaea* (Fiorentino, 1998).

I carboni provenienti dalle capanne del sito di Salina (BM 3) confermano la presenza di *Olea* nell'Età del bronzo in quest'area. Come detto sopra, però,

nei campioni di Stromboli (BM 1-2), il polline d'olivo non è molto rappresentato durante la fase presa in esame. Ciò suggerisce che probabilmente questa pianta non fosse molto diffusa nell'isola di Stromboli, e che, di conseguenza, essa sia stata sfruttata in modo modesto rispetto a quanto emerso dai dati macrobotanici di Salina. Si ricordi, però, che il villaggio di Salina è di impianto successivo a quello di Stromboli, e forse l'azione antropica potrebbe avere favorito la diffusione di questi alberi utili.

L'incremento di *Olea* a Stromboli sarebbe avvenuto solo in tempi successivi al bronzo (quando è più rilevante nella pioggia pollinica), qui più sicuramente dovuto ad attività antropica e anche in risposta a fasi climatiche più calde. Nel Mediterraneo, infatti, l'Età del bronzo si evolve durante un periodo dell'Olocene medio caratterizzato da fasi di riscaldamento climatico (Mercuri *et al*., 2011).

Diffusi negli spettri sono gli indicatori di prato/pascolo, che risultano particolarmente evidenti nel camp. 21. In esso, infatti, sono state trovate alte testimonianze sia di trifoglio (*Trifolium*) sia di spore di funghi coprofili. Nell'insieme, si tratta di evidenze di terreni adibiti a pascolo e quindi di un'economia basata sulla pastorizia durante le fasi del bronzo.

È interessante sottolineare che non è stato trovato polline di cereali nei livelli del bronzo, mentre nello spettro recente (camp. 6) essi sono presenti in quantità significative (2%). Si tratta di *Avena/Triticum* (gruppo avena/grano) che attualmente non ci risulta coltivato nell'area di San Vincenzo. Ciò nonostante, si osservano ancor oggi campi incolti e vestigia di terrazzamenti che – in base a testimonianze raccolte durante gli scavi – furono in funzione fino alla fine degli anni '80 del secolo scorso. Essi restano evidenze di una pratica agricola smantellata solo di recente in favore di un'economia basata sul turismo. È noto che il polline di cereali non vola a lunga distanza, e spesso rappresenta campi distribuiti a non tanta distanza dal sito di campionamento (Behre, 1986; Faegri *et al*., 1989). I granuli pollinici di cereali rinvenuti in questo spettro recente potrebbero, dunque, riferirsi a circa 30 anni fa, cioè a fasi precedenti questo smantellamento.

Infine, tra gli altri indicatori antropici troviamo specie sinantropiche spontanee che includono Caryophyllaceae, Chenopodiaceae e Urticaceae, visibili in quasi tutti i campioni. In particolare, Urticaceae sono presenti in buona quantità negli spettri del bronzo, mentre sono assenti negli altri campioni.

Il paesaggio vegetale relativo ai periodi successivi all'Età del bronzo e recenti (campp. 6 e 10) indica un ambiente caratterizzato dalla maggiore presenza di vegetazione arborea e arbustiva. Essa quadruplica rispetto ai campioni del bronzo (mediamente da 11% a 41%), senza mai diventare prevalente.

Sono presenti soprattutto, in ordine di percentuale decrescente, elementi igrofili (salice-*Salix*), indicatori antropogenici (sambuco-*Sambucus nigra*) e alberi mediterranei (olivo-*Olea europaea*), oltre a *Pinus* cf. *nigra* e *Quercus* caducifoglie.

La maggior presenza di legnose mediterranee e igrofile suggerisce che la situazione locale dell'isola possa essere oggi più calda e umida rispetto a quella del bronzo (Fig. 4). È da sottolineare, però, che olivo e salice, due degli alberi più rappresentati nella pioggia pollinica attuale, sono probabilmente stati usati come combustibile (olivo; Fiorentino, 1998) e costruzione. Pertanto, i loro relativamente bassi valori nell'Età del bronzo potrebbero essere attribuiti a sfruttamento di tali risorse. Le osservazioni paleoclimatiche, pertanto, dovranno essere attentamente considerate alla luce dei possibili usi di tali piante e della paletnobotanica delle popolazioni del bronzo.

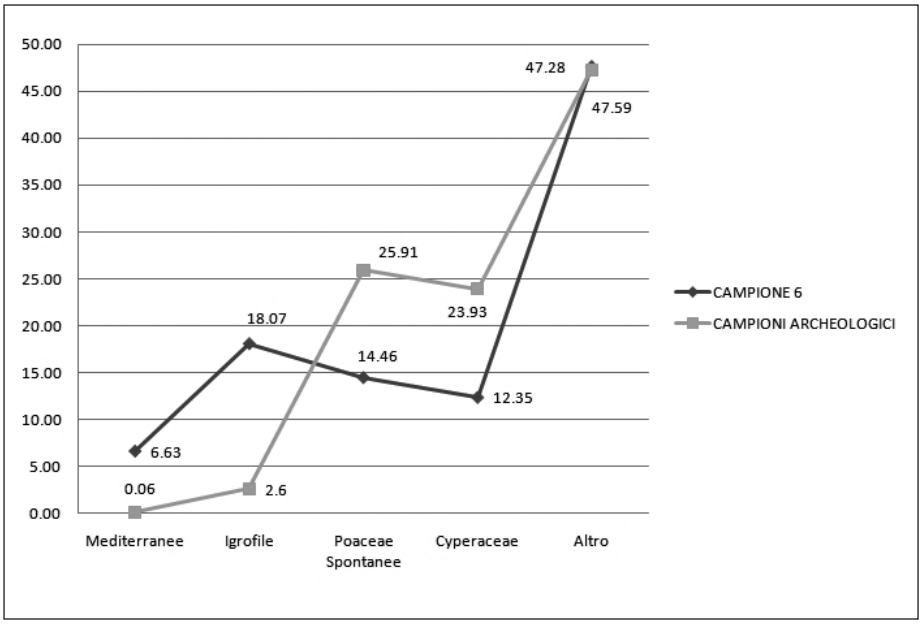

Fig. 4 – Elementi della copertura vegetale descritta dagli spettri del campione 6 (fase attuale, riferita a circa trent'anni fa) e dei campioni archeologici 18, 19, 20, 21, 22 (Settore 3, sezione verticale).
L'andamento delle due curve a confronto evidenzia condizioni con copertura erbacea di Poaceae spontanee e Cyperaceae più estesa rispetto all'attuale, rispecchiante, probabilmente, condizioni ambientali più umide per le fasi precedenti l'attuale. La cospicua presenza di piante igrofile nel campione attuale (n. 6) è da riferirsi alla probabile esistenza di acqua stagnante / specchi d'acqua localizzati fino a qualche decennio fa nell'area sottoposta a campionamento, e ora non più presenti

5. Conclusioni

Le analisi polliniche di campioni provenienti dal sito di San Vincenzo a Stromboli hanno permesso di ottenere primi risultati di un certo interesse e utili per ricostruzioni archeoambientali e dell'economia delle fasi di occupazione del bronzo o immediatamente successive. Anche se lo stato di conservazione dei granuli e l'incerta attribuzione cronologica di alcuni livelli può limitare la possibilità di inferenze ottenibili da questi risultati, i principali dati emersi possono essere così riassunti:

I campioni appartenenti ai Settori 1 e 3 sono molto simili tra di loro e suggeriscono una certa uniformità nella copertura vegetale attorno al sito in esame durante fasi coeve o prossime all'Età del bronzo. Essi presentano, invece, differenze significative con i campioni più recenti, testimoniando cambiamenti vegetazionali tra le fasi cronologiche studiate.

L'ambiente nell'Età del bronzo appare decisamente deforestato e non presenta evidenze di pratiche agricole. Tra le piante coltivate/coltivabili c'è, infatti, pochissima quantità di *Olea europaea* ed i cereali sono assenti. Caratteri di antropizzazione possono essere individuati in due elementi: a) alto valore di Urticaceae, legate ad ambienti ruderali o nitrofili; b) indicatori di pascolo, tra i quali particolare rilievo hanno *Trifolium* e funghi coprofili.

La significatività degli indicatori di pascolo e l'assenza dei cereali suggerisce che l'economia della popolazione locale fosse principalmente basata sull'allevamento di animali domestici.

L'ambiente attuale, al contrario, è relativamente più forestato e presenta tracce di coltivazione. Esse sono rappresentate da *Olea europaea* (valori più alti che nel bronzo) e cereali, la cui coltivazione risulta abbandonata da circa trent'anni.

Il confronto tra la flora presente nei campioni del bronzo e quella recente suggerisce considerazioni di tipo paleoclimatico. Emerge, infatti, una situazione climatica più calda e umida nell'Attuale, e una fase più fresca e arida durante l'Età del bronzo.

Bibliografia

BEHRE K.H., 1986 – *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema, Rotterdam.

BERGLUND B.E., 1986 – *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons, London.

BOSI G., BANDINI MAZZANTI M., FLORENZANO A., MASSAMBA N'SIALA I., PEDERZOLI A., RINALDI R., TORRI P. & MERCURI A.M., 2011 – *Seeds/fruits, pollen and parasite remains as evidence of site function: Piazza Garibaldi Parma (N Italy) in Roman and Mediaeval times.* Journal of Archaeological Science, **38**, pp. 1621-1633.

CAVALIER M., 1980 – *Stromboli: villaggio preistorico di San Vincenzo*. Sicilia Archeologica, **46**-**47**, pp. 27-54.

D'ORONZO C., STELLATI A. & FIORENTINO G., 2010 – *Archaeobotanical analysis of the middle Bronze Age village of Filo Braccio at Filicudi (Aeolian islands, Italy): spatial analysis and identification of different activity areas*. Terra Nostra 2010/2, 15th Conference of the International Work Group of Palaeoethnobotany, May 31-June 5, 2010, Wilhelmshaven, Germany, p. 127.

FAEGRI K., KALAND P.E. & KRZYWINSKI K., 1989 – *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons, New York.

FIORENTINO G., 1998 – *Le risorse vegetali.* In: A. Cinquepalmi & F. Radina (a cura di) "Documenti dell'età del bronzo. Ricerche lungo il versante adriatico pugliese", Schema Editore, Fasano, pp. 211-221.

LO CASCIO P. & NAVARRA E., 2003 – *Guida naturalistica alle isole Eolie.* L'EPOS Ed., Palermo, pp. 87-106 e 174-177.

MARTINELLI M.C., FIORENTINO G., PROSDOCIMI B., D'ORONZO C., LEVI S.T., MANGANO G., STELLATI A. & WOLFF N., 2010 – *Nuove ricerche nell'insediamente sull'Istmo di Filo Braccio a Filicudi. Nota preliminare sugli scavi 2009*. Origini XXXII, Nuova Serie IV, pp. 297-298 e 301-302.

MERCURI A.M., 2008 – *Human influence, plant landscape, evolution and climate inferences from the archaeobotanical records of the Wadi Teshuinat area (Libyan Sahara).* Journal of Arid Environment, **72**, pp. 1950-1967.

MERCURI A.M., SADORI L. & BLASI C., 2010a – *Archaeobotany for cultural landscape and human impact reconstructions.* Plant Biosystems, **144**(4), pp. 860-864.

MERCURI A.M., FLORENZANO A., MASSAMBA N'SIALA I., OLMI L., ROUBIS D. & SOGLIANI F., 2010b – *Pollen from archaeological layers and cultural landscape reconstruction: Case studies from the Bradano valley (Basilicata, southern Italy)*. Plant Biosystems, **144**(4), pp. 888-901.

MERCURI A.M., SADORI L. & UZQUIANO OLLERO P., 2011 – *Mediterranean and north-African cultural adaptations to mid-Holocene environmental and climatic changes.* The Holocene, pp. 189-206.

MOORE D.P., WEBB J.A. & COLLINS M.E., 1991 – *Pollen Analysis*. 2nd Ed., Blackwell Scientific Publication, Oxford.

SADORI L., GIARDINI M., GIRAUDI C. & MAZZINI I., 2010 – *The plant landscape of the imperial harbour of Rome.* Jornal of Archaeological Science, **37**, pp. 3294-3305.

VAN GEEL B., 2001 – *Non-pollen palinomorphs*. In: J.P. Smol, H.J.B. Birks & W.M. Last (eds.) "Tracking environmental change using lake sediments", vol. **3**, Terrestrial and silicaceous indicator, Kluwer, Dordrecht, pp. 99-119.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Maria Chiara Montecchi*

Polline e carboni microscopici dall'insediamento medievale di Villa del Casale di Piazza Armerina (Enna)**

Riassunto

Il lavoro presenta i dati ottenuti da analisi palinologiche e microantracologiche effettuate nel sito medievale a sud della famosa Villa Romana del Casale di Piazza Armerina (Enna). Scopo della ricerca è stato quello di ricostruire la storia del paesaggio vegetale e culturale dell'abitato e dell'ambiente circostante e di produrre, in base al polline, per l'azione di restauro attualmente in corso, delle liste floristiche di piante utili alla creazione nel complesso archeologico di una "cornice verde" che sia rispettosa del suo passato.

Abstract

The data obtained by palynological and microanthracological analyses of samples taken from the Medieval settlement in the southern area of the renowned Villa del Casale of Piazza Armerina (Sicily) are presented. The aim of this work was to reconstruct the history of the natural and cultural plant landscape of the settlement and its surroundings and to compile, on the basis of pollen flora, lists of plants useful in restoring the original vegetation of the site.

Parole chiave: *Polline, Microcarboni, Piazza Armerina, Sicilia, periodo medievale*

Key words: *Pollen, Microcharcoals, Piazza Armerina, Sicily, Medieval period*

* Dipartimento di Biologia, Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica dell'Università di Modena e Reggio Emilia, Viale Caduti in Guerra 127, 41121 MODENA.

** Riassunto della Tesi di Dottorato in "Scienze e Tecnologie per l'Archeologia e i Beni Culturali" (XXII ciclo, Università di Ferrara, in convenzione con Università di Modena e Reggio Emilia e Università di Siena), discussa nel 2010, relatrice Prof.ssa Carla Alberta Accorsi (Università di Modena e Reggio Emilia) e correlatore Prof. Patrizio Pensabene (Sapienza Università di Roma).

Il presente lavoro è inserito in un ampio programma di ricerca archeobotanica nell'area della Villa Romana del Casale di Piazza Armerina (550 m s.l.m.; lat. 37°21'49'' N; long. 14°20'03'' E; provincia di Enna), sviluppato grazie alla collaborazione tra il C.R.P.R. (Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro e per le Scienze Naturali ed Applicate ai Beni Culturali della Regione Siciliana) ed il Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica del Dipartimento di Biologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Il programma complessivo delle indagini archeobotaniche ha riguardato sia la Villa tardo-imperiale, inserita dall'UNESCO nella lista dei beni dichiarati Patrimonio dell'Umanità dal 1997, sia l'insediamento medievale (Fig. 1). Quest'ultimo è stato oggetto della tesi di dottorato qui illustrata. Si tratta di un villaggio di età arabo-normanna (fasi principali X-XIII sec. d.C.) che si è sviluppato sulla Villa e nell'area circostante. Solo a partire dagli ultimi anni è stato oggetto di indagini archeologiche approfondite, tuttora in corso (Fig. 2).

Campioni esaminati – Sono stati raccolti 42 campioni di sedimenti da strati archeologici e 1 campione di muschio, utile al controllo della pioggia pollinica attuale. La cronologia dei campioni, basata sulle evidenze archeologiche e talora polliniche, va dal periodo bizantino fino all'età moderna. Il trattamento utilizzato ha la funzione di eliminare la frazione organica non sporopolleninica e inorganica. Nella prima fase di studio si è proceduto ad un'analisi esplorativa dei campioni, che ha consentito di eseguire osservazioni sullo stato di conservazione dei granuli pollinici e sulla fattibilità delle analisi.

Fig. 1 – Veduta del sito medievale in corso di scavo

Risultati generali – Nel complesso, tutti i campioni sono risultati pollniferi, hanno mostrato concentrazioni polliniche variabili, uno stato di conser-

vazione del polline mediocre-discreto, una notevole diversità floristica e presenza di microcarboni (>250 μm).

Ricostruzione paleoambientale in 7 fasi cronologiche – Di seguito sono descritti i tratti caratterizzanti una sequenza di 7 fasi cronologiche, nelle quali si osserva un paesaggio vegetale che si evolve attraverso i secoli, mantenendo sempre una connotazione culturale (Fig. 3).

1. Età bizantina (V-VI sec d.C.; 1 campione). Le tracce polliniche sono già segnate dall'influenza antropica, evidente nella copertura forestale estremamente ridotta (11%), accompagnata da significativa presenza di Indicatori antropici totali (11%, inclusi quelli spontanei, ovvero le piante indicatrici di calpestio, di incolti, le ruderali, quelle che vivono in ambienti ricchi di nitrati, commensali/infestanti, cfr. Behre, 1986). Il paesaggio è marcato da prati/pascoli (64%), con associazioni di tipo collinare di area mediterranea e cioè boschi di latifoglie decidue, soprattutto querce, accompagnate da olmo, castagno, frassini e lembi di lecceto. Sono presenti campi di cereali, indicati dal polline di avena/grano gruppo e orzo gruppo (2%). Gli ambienti umidi sono testimoniati da vari alberi e idrofite/elofite (2,7%): ontano, salice, tamerice, millefoglio d'acqua e mestolaccia comune. Il paesaggio nel complesso conserva un legame con il modello di produzione antico, quello della tradizione classica romana, legato alla cerealicoltura, alla coltivazione della vite (oltre al polline, sono stati rinvenuti anche circa un centinaio di vinaccioli), dell'olivo e all'allevamento ovicaprino (Montanari, 1988 e dati pollinici inediti).

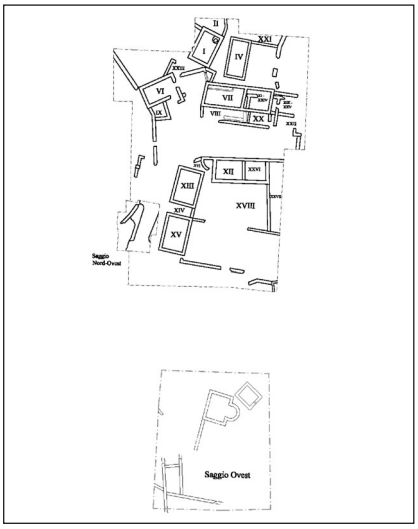

Fig. 2 – Pianta degli scavi del sito medievale (modificata da Pensabene, 2010)

2. Fase I medievale – periodo tardo arabo/primo normanno (X-XI sec.; 4 campioni). La componente legnosa acquista spazi (24%) e diventa più varia. Si tratta di reperti di boschi/macchia mediterranea, querceti caducifogli, ma soprattutto di specie coltivate come l'olivo, che si espande, mentre la vite cala di importanza. Le piante di ambienti umidi sono in calo (1,4%). Nel sito i campi di cereali (0,5%) sono meno estesi rispetto ai pascoli e ai prati (55%). Sono probabilmente presenti piccoli orti o giardini collegati alle abitazioni, testimoniati non solo da reperti pollinici, ma anche dal ritrovamento di frammenti di vasi *alfabeguer* destinati alla coltivazione di piante aromatiche (Pensabene & Bonanno, 2008). Per questa fase disponiamo, inoltre, di analisi di macroresti vegetali carbonizzati (Terranova, 2007), che testimoniano la presenza nel sito di taxa individuati anche fra i reperti pollinici (orzo, grano, vite e alcune Leguminose).

3. Fase II – piena età normanna (XII sec.; 17 campioni). Le condizioni del sito non sembrano subire grossi cambiamenti. L'economia dell'insediamento continua a essere basata sullo sfruttamento di ampi pascoli, che in questo periodo si espandono a sfavore della copertura boschiva (15%). L'area intorno all'abitato è intensamente sfruttata e porta evidenti segni della presenza umana. Gli Indicatori antropici spontanei (5%) sono vari e sono rappresentati soprattutto da Composite, Chenopodiacee, Convolvulacee, Crucifere, Papaveracee, Plantaginacee, Poligonacee, alcune Ranuncolacee, Umbellifere e varie Urticacee. In questa fase è stato registrato il picco massimo di particelle carboniose di taglia grande (> 250 m). Suggestiva è la coincidenza con quanto riportato dalle fonti, cioè la distruzione del vecchio abitato medievale di Piazza da parte di Guglielmo I d'Altavilla, tra il 1160 ed il 1161, per punire i baroni lombardi insorti.

4. Fase III medievale (tardo XII-XIII sec.; 2 campioni). Continua lo sfruttamento del territorio circostante l'abitato. I campi di cereali sembrano ampliarsi (1,6%) e le colture in generale si mantengono su un valore confrontabile con quello del periodo precedente.

5. Fase tardomedievale (XIII-XV sec.; 3 campioni). Compare un *trend* di impoverimento delle attività antropiche e ne sono indizi l'aumento della copertura forestale (17%), il lieve calo nella presenza di cereali (0,7%), la diminuzione nel complesso delle specie coltivate/coltivabili e degli Indicatori antropici in genere (9,6%). Anche le evidenze archeologiche e stratigrafiche concordano con i dati pollinici: cominciano ad accumularsi nel sito strati alluvionali e post-deposizionali indicanti un abbandono o comunque un uso non intenso del territorio circostante.

6. Periodo post-medievale (dal XV sec.; 8 campioni). Non disponiamo più di dati archeologici certi, ma solo di indizi botanici. Cala la copertura foresta-

le (10%) e dominano le piante erbacee. Si estendono i pascoli (71,5%) e si ampliano leggermente i campi di cereali (1,5%). La presenza umana è evidente non tanto nella qualità e nella quantità delle specie coltivate, quanto piuttosto nell'entità della deforestazione. Tuttavia, sono ancora presenti lembi di vegetazione boschiva naturale, già simile a quelli di oggi.

7. Fase moderna (dal XVI sec.; 7 campioni). È stata messa in luce grazie al ritrovamento di granuli di *Zea mays*, la cui presenza è sicuramente successiva alla scoperta dell'America. La copertura forestale ha qui il valore minimo registrato (8%), ma qualche traccia di bosco rimane, con polline di querce e orniello che sembrano preludere ai lembi residui di bosco attuali. Continua la presenza dei cereali (0,8%) e sono attestate diverse piante coltivate.

Recente – Con un'ultima occhiata al paesaggio pollinico attuale intrappolato nel campione di muschio, si assiste a un brusco passaggio ad un ambiente decisamente cambiato. La copertura arborea è molto più consistente (53%), ma non è il bosco che riacquista i suoi spazi, bensì l'uomo che non solo coltiva olivi e pini ornamentali sulle colline circostanti, ma opera rimboschimenti introducendo specie esotiche come l'eucalipto.

Le piante rappresentate dal polline in queste analisi hanno permesso di stilare liste floristiche che saranno utili per una valorizzazione del sito che preveda anche il riassetto del manto vegetale che circonda la zona archeologica. Tale assetto terrà conto dell'immagine di un abitato medievale dedito all'agricoltura e soprattutto all'allevamento, immerso in un ambiente con frange di boschi e macchia mediterranea e prossimo ad aree umide.

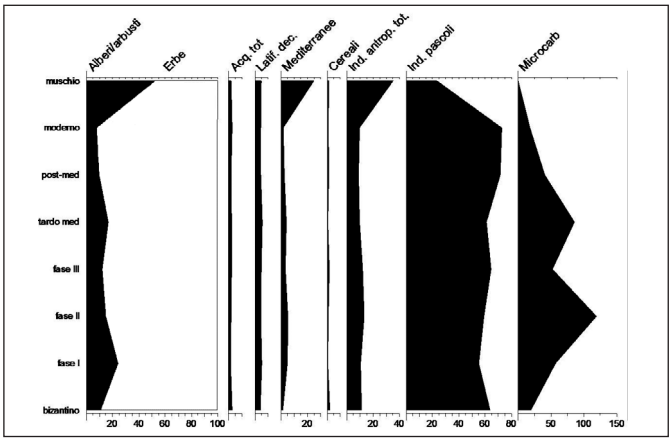

Fig. 3 – Grafico che illustra l'andamento percentuale di alcune categorie scelte e la concentrazione dei microcarboni (microcarboni/grammo) durante le varie fasi rappresentate dai campioni

Ringraziamenti

Desidero ringraziare la Prof.ssa C.A. Accorsi, relatrice della tesi, il Prof. P. Pensabene, direttore degli scavi, la Dott.ssa F. Terranova, per i dati relativi alle analisi da lei effettuate, la Dott.ssa P. Torri per l'aiuto prestato e la Prof.ssa A.M. Mercuri per la disponibilità.

Bibliografia

Behre K.E., 1986 – *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema, Rotterdam.

Montanari M., 1988 – *Alimentazione e cultura nel Medioevo*. Ed. Laterza, Roma-Bari.

Pensabene P. (a cura di), 2010 – *Piazza Armerina. La Villa del Casale e la Sicilia tra tardoantico e medioevo*. L'Erma di Bretschneider, Roma.

Pensabene P. & Bonanno C. (a cura di), 2008 – *L'insediamento medievale sulla Villa del Casale di Piazza Armerina – Nuove acquisizioni sulla storia della Villa e risultati degli scavi 2004-2005*. Congedo Editore, Galatina (LE).

Terranova F., 2007 – *Indagini archeobotaniche*. In: G. Meli (a cura di) "Progetto di recupero e conservazione della Villa Romana del Casale di Piazza Armerina", I Quaderni di Palazzo Montalbo, n. 12/1, pp. 127-131, Regione Siciliana, Ass. Reg. BB. CC. Amb. e Pub. Istruz., Palermo.

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Ivano Ansaloni*, Marisa Mari, Luigi Sala***

Iconografia naturalistica di quattro paliotti in scagliola di chiese modenesi

Riassunto

Vengono segnalati e descritti quattro paliotti in scagliola ubicati in tre chiese di Modena: San Domenico, Convento delle Suore Domenicane, San Lazzaro. È posta particolare attenzione all'iconografia naturalistica con cenni alla simbologia dei diversi soggetti rappresentati.

Abstract

Four scagliola altar frontals located in three churches in the city of Modena (Italy) are described. Particular attention is given to the painting of naturalistic elements with reference to the symbology of the various subjects represented.

Parole chiave: *iconografia naturalistica, paliotti in scagliola, chiese di Modena*

Key words: *naturalistic paintings, scagliola altar frontals, churches in Modena, Italy*

* Dipartimento di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 MODENA, e-mail: ivano.ansaloni@unimore.it

** Via Nazario Sauro 35, 41121 MODENA

1. Introduzione

La materia di base utilizzata nella realizzazione delle opere in scagliola è un minerale della famiglia dei gessi, detto selenite. Allo stato naturale si presenta sotto forma di cristalli costituiti da numerose lamelle trasparenti o scaglie, da cui la definizione di scagliola data ai lavori con essa realizzati. I maggiori giacimenti si trovano proprio nell'Appennino emiliano. La scagliola era conosciuta fin dall'antichità: i Romani la chiamavano *lapis specularis* per la sua superficie lucida come quella di uno specchio. Si trova spesso citata anche col nome di "specchio d'asino" o "pietra di luna" (Cremaschi, 1977).

La diffusione dei lavori in scagliola ha stimolato una crescente curiosità intorno alla tecnica di realizzazione dovuta sia alla documentazione frammentaria che alla tradizionale riservatezza con cui operavano gli artigiani, che ha fatto sì che ogni bottega mantenesse alcune "ricette" esclusive o segrete, consentendo il tramandarsi delle varie fasi di lavoro, soprattutto attraverso l'esempio pratico e l'esperienza accumulata negli anni di attività (Massinelli, 1997). Sulla tecnica di lavorazione della scagliola esistono due testi antichi: uno del 1684, dovuto probabilmente allo scagliolista Giovanni Pozzuoli, il secondo redatto da Eustachio Cabassi nel 1786 sulla base di un manoscritto di ignoti, e che questi inserì nella breve nota bibliografica sullo scagliolista Giovan Marco Barzelli (Cabassi, 1986; Manni, 1997). In questi testi la scagliola veniva definita volgarmente "meschia" o "mischia" in quanto consisteva in una mistura di gesso, colle animali e pigmenti colorati.

Le opere degli artisti carpigiani contribuirono ad estendere l'uso della scagliola a tutta l'area emiliano-romagnola e in altre regioni d'Italia quali Lombardia, Marche e Toscana. Un canale preferenziale per la diffusione fu l'operosa e sapiente perizia di religiosi che avevano appreso e tramandato questa arte nell'ambito dei circuiti ecclesiastici.

2. Utilizzi della scagliola

La perizia tecnica degli artisti-artigiani nell'utilizzo di questo materiale permise la riproduzione quasi perfetta di marmi negli arredi architettonici. Vennero così prodotti altari, ancone, colonne, capitelli, festoni, mensole, ciborì, cornicioni, camini, cornici, il tutto a imitazione di marmo bianco di Carrara, brecce screziate, pietre dure (Manni, 1997).

Le produzioni in scagliola potevano essere a carattere sacro (paliotti, ancone, ciborì) o di uso domestico (piani per tavoli, ornamenti per mobili). Nel

mezzo, tra queste due produzioni, si possono collocare i quadretti, realizzati proprio per essere appesi come un dipinto, sia con soggetti sacri per la devozione personale sia con piccoli paesaggi o nature morte. Talvolta erano ottenuti da frammenti ritagliati da paliotti. L'abilità degli scagliolisti si nota soprattutto nei paliotti, nei piani per tavoli e negli ornamenti per mobili (Adani & Bentini, 1993).

3. I paliotti d'altare

Il paliotto d'altare (dal latino *palium* che significa "velo"), è un rivestimento liturgico che ricopre e chiude la parte frontale di un altare. Per lo più è realizzato in stoffa finemente ricamata, ma anche in lamine d'oro o d'argento, in bronzo, avorio, marmo, pietre dure, cuoio sbalzato, legno o scagliola (Mandolini, 1997).

Il paliotto d'altare in scagliola è la vera "invenzione carpigiana" ma Guido Fassi non fu l'inventore in quanto utilizzò questa tecnica solo per le ancone d'altare. Nacque invece come soluzione stabile dalla consuetudine di addobbare l'altare in occasione delle grandi feste liturgiche o patronali (Colli *et al*., 1990). I paliotti in scagliola hanno dei vantaggi rispetto a quelli in seta ricamata utilizzati di solito per ornare gli altari durante le festività: sono meno delicati, una volta applicati non devono essere rimossi e possono essere meno costosi delle sete ricamate, spesso importate da altri Paesi.

La scagliola permise di imitare alla perfezione i paliotti in pietre dure e tarsie marmoree che allora ornavano gli altari di molte chiese delle grandi città, data la fama delle opere uscite dall'Opificio delle pietre dure di Firenze, fondato dal Granduca Ferdinando I nel 1588. Essa è molto meno costosa di un paliotto fiorentino il cui prezzo era troppo elevato per un piccolo centro come Carpi, dove durante il secolo XVII si costruiscono nuove chiese che insieme alle altre già esistenti bisognava ornare e arredare riccamente, come imponeva la nuova sensibilità barocca e la Chiesa cattolica dopo il Concilio di Trento. L'arte della scagliola, che permette una grande ricchezza decorativa, è così favorita nel suo sorgere dall'indirizzo ornamentale allora seguito nell'arredare le chiese (Cremaschi, 1977).

Per quanto riguarda lo stile gli scagliolisti più antichi, della prima metà del XVII secolo, sono influenzati dall'arte del Rinascimento, riconoscibile nell'eleganza del disegno e della composizione e nella sobrietà delle decorazioni. I paliotti più antichi sono solitamente in bianco e nero o con rari colori tenui che imitano ricche tarsie marmoree. La superficie di questi primi paliotti è sempre

ripartita verticalmente in tre specchi nei quali compaiono, ad imitazione di stampe, medaglioni con santi, vasi di fiori e stemmi. Nella parte superiore vi sono due fasce, una di finissimi pizzi e l'altra di racemi. Il tutto è spesso circondato da una cornice di merletti. Questo schema è tipico delle opere di Giovanni Gavignani (1632-1680) e di tutti gli scagliolisti che a lui si ispirano.

I paliotti in scagliola, nonostante la loro apparenza marmorea, sono manufatti molto fragili e attaccabili dall'umidità in quanto costituiti da gesso che è un materiale igroscopico. Se il manufatto viene aggredito dall'umidità i sali, soprattutto quelli alcalini che rendono solubile il gesso, si diffondono e raggiungono gli strati decorativi arrivando a degradarne la superficie.

4. Scopo del lavoro

I paliotti in scagliola ebbero ampia diffusione nel Modenese e tuttora numerosi esempi sono custoditi nelle chiese. Un quadro complessivo viene fornito dall'indagine di Cremaschi (1977) che presenta un dettagliato "Inventario dei paliotti, tavoli e quadri in scagliola esistenti nella provincia di Modena", basilare per chi si accinge allo studio dei lavori in scagliola. In questo elenco però non vengono citati quattro paliotti presenti in tre chiese modenesi. Più precisamente due di essi sono ubicati nella chiesa di San Lazzaro, gli altri nell'altare delle sagrestie delle chiese di San Domenico e delle Suore Domenicane, difficilmente accessibili al pubblico.

Già schedati dalla Soprintendenza per i Beni Storici, Artistici ed Etnoantropologici di Modena e Reggio Emilia e per le Parrocchie anche dall'Ufficio Diocesano Beni Culturali Ecclesiatici di Modena, non ci risulta siano stati oggetto di pubblicazioni specifiche.

5. Chiesa di San Domenico

Il paliotto è posto nell'altare della sagrestia, parete est, di fronte alla porta di ingresso ed è parzialmente nascosto dalle quattro colonne poste a sostegno della mensa di più recente fattura (Fig. 1).

Il paliotto in scagliola policroma su fondo nero è caratterizzato da intrecci geometrici che racchiudono finti marmi variegati, uccelli ed al centro un ostensorio (gloria del Santissimo Sacramento). Su tre lati è ben evidente una cornice di pizzo bianco.

L'elemento principale è sicuramente l'ostensorio con ai lati due angeli alati che suonano la tromba; la scritta alla base "*Sumptibus Societatis Sanctissimi*" fa ritenere che la Società del Santissimo Sacramento fosse la committente. Nei due inserti laterali troviamo dei pappagalli, su di un ramo con foglie, che stringono nel becco il picciolo di un paio di ciliege: a sinistra un parrocchetto dal collare (*Psittacula krameri*) e a destra un'ara (*Ara* sp.) e medialmente a questi due un martin pescatore (*Alcedo atthis*). Inoltre nella fascia superiore si possono osservare un basettino a sinistra ed un passeriforme di non facile identificazione a destra. In basso un cardellino ed un altro passeriforme, che per la macchia rossastra sul petto, può ricordare il pettirosso.

Questo paliotto manca nelle schede compilate da Carlo Ludovico Ragghianti (1940) per la sagrestia della chiesa di San Domenico e nelle pubblicazioni sulle scagliole modenesi e carpigiane. Lo prende invece in considerazione Alfonso Garuti (2010), nelle schede redatte per la Diocesi di Modena, che lo ritiene opera di un maestro carpigiano del XVII secolo, attribuibile a Giovan Marco Barzelli.

Per alcuni profili geometrici ricorda lavori di Marco Mazelli, in particolare un paliotto conservato nella chiesa di Polinago (MO) e risalente all'ultimo ventennio del Seicento (Manni, 1997, pagg. 102, 103, 108). Presenta diverse fratture, molto evidenti le verticali che interessano tutta l'altezza; risulta rovinato anche il bordo inferiore con mancanze al centro e nell'angolo sinistro. Lo stato di conservazione pertanto può ritenersi mediocre e sarebbe opportuno un intervento di restauro.

Fa parte dei cosiddetti paliotti eucaristici in cui committenti – in genere sacerdoti o religiosi o confratelli che appartenevano alla Confraternita del Santissimo Sacramento – e scagliolisti si proponevano di esaltare il mistero eucaristico, esposto perennemente ad edificazione e formazione dei fedeli (Mandolini, 1997, pag. 48). Solitamente la composizione è molto semplice con al centro un ostensorio con l'Eucarestia. Diversi maestri della scagliola ce ne hanno lasciato esempi: Annibale Griffoni, Giovanni Gavignani, Gasparo Griffoni (con angeli oranti ai lati), fra' Felice Giannelli, Francesco Tavaini, Domenico Pianon (Manni, 1997 pag. 39, 54, 85, 212, 221, 263).

Dati storici

La presenza dell'Ordine dei Frati Predicatori (i Domenicani) a Modena è molto antica e risale al principio del XIII secolo, probabilmente quando il Fondatore era ancora vivente. Non è noto dove risiedessero prima del 1243 quando il vescovo Alberto Boschetti concesse loro di edificare una chiesa in

onore di San Matteo Apostolo nella parrocchia di San Marco, su terreno di proprietà del Capitolo della Cattedrale. L'anno successivo i Canonici vendettero del terreno confinante per la costruzione del convento e per facilitarli non solo rinunciarono ai diritti della Cattedrale sul terreno, ma promisero di cederne ad un prezzo equo dell'altro, se necessario, per completare le costruzioni e allestire un orto. Il terreno, in parte ceduto e in parte promesso, era all'incirca un vasto quadrilatero confinante a nord con le fosse della città e la *fascinata*, che in quella zona sostituiva le mura ed era quasi parallela all'attuale Corso Cavour, forse spostato un po' più a sud; ad est col Naviglio; a sud col canale della Cerca; ad ovest il confine non è ben identificabile, mancando via Sgarzeria, ma poteva essere grossomodo parallelo al confine est (Soli, 1974, I, pag. 350).

Non tutta l'area poteva essere utilizzata dai frati per la presenza di edifici di privati sulla riva sinistra del Naviglio, a nord-est per un fabbricato dell'Arte della Lana ed inoltre una casa si spingeva nell'orto. La chiesa venne costruita nell'angolo sud-est con asse quasi parallelo al canale della Cerca, facciata con la porta ad ovest ed abside verso il Naviglio. Per facilitare l'ingresso alla chiesa nel 1244 fu costruito un ponte sulla Cerca. Davanti alla chiesa vi era il sagrato e tra il lato sud e il canale restava un pezzo di terreno trapezoidale che venne adibito a cimitero com'era usuale nel XIII e XIV secolo, quando non era ancora generale l'uso di seppellire i morti all'interno delle chiese. Contiguo al lato settentrionale della chiesa venne iniziata la costruzione del convento, che continuò ad ingrandirsi nel tempo, mentre il restante terreno veniva adibito ad orto. Circa due secoli dopo, tra il 1430 e il 1450, venne ricostruita la chiesa denominata San Domenico, mantenendo però lo stesso orientamento della precedente; una porta laterale – la Porta Regia – venne aperta sul lato sud. È probabile che non venisse demolita completamente, il che avrebbe impedito per lungo tempo la celebrazione delle funzioni, ma che si procedesse con graduali trasformazioni iniziate fin dall'ultimo quindicennio del XIV secolo. Contemporaneamente anche il convento venne ampliato e i lavori proseguiranno fin nel XVI secolo. La chiesa fu consacrata nel 1451 ma continuarono le opere all'interno: affreschi, tombe di importanti famiglie modenesi e nuovi altari (erano 17 nel 1575 e 21 ai primi del '700). Diventata Modena capitale, nel 1598, la chiesa era sovente frequentata dalla famiglia ducale tanto da essere considerata chiesa di corte. Successivamente furono eseguiti nuovi lavori: vennero demoliti e rifatti il coro e l'abside, costruita nel 1625 la cappella della Beata Vergine del Rosario, aggiunti altri altari e tumulazioni.

Francesco I nel 1634 volle rendere il castello una degna residenza ducale e su progetto del romano Bartolomeo Avanzini iniziarono i lavori di trasforma-

zione. Fu subito evidente che era troppo poco lo spazio tra l'abside della chiesa e il lato occidentale del palazzo. Si decise quindi di abbattere la chiesa e costruirne una nuova. L'ingegnere del duca, il veneziano Tommaso Bezzi, progettò il nuovo tempio con asse nord-sud, pianta a forma di croce latina e facciata allineata a quella del palazzo ma sia per la spesa sia per rendere più importante la residenza ducale la facciata fu arretrata troncando il braccio lungo. La prima pietra fu posta nel 1708 (Soli, 1974, I, pag. 388); tutto venne demolito e si salvarono solamente la statue del Begarelli, quella della Beata Vergine del Rosario e forse una Madonna Addolorata. Anche parte del convento fu abbattuta e venne coperto il canale della Cerca nel tratto di fronte alla chiesa. Nel 1731 la chiesa fu aperta al culto con soli 4 altari, di cui solo l'altar maggiore e quello del Rosario finiti. Si passò poi agli altari dei transetti: San Vincenzo Ferreri (1736), San Pio V (1743), San Pietro Martire (1745), San Tommaso (1746). Per San Domenico fu utilizzato un altare proveniente dalla soppressa chiesa della Confraternita delle Stimmate e nel 1773 fu terminata la sagrestia.

Nel 1772 la parrocchia di Sant'Agata fu trasportata in San Domenico e le fu assegnato l'altare di San Pio V. Nell'anno successivo San Domenico fu eretto in parrocchia, detta di Sant'Agata in San Domenico, e così rimase anche quando le parrocchie furono ridotte a 5 (Soli, 1974, I, pag. 393-394).

Durante il periodo napoleonico i frati prima dovettero consegnare l'argenteria (1796) poi il convento fu soppresso e i mobili e le campane venduti all'incanto e rimasero solo due frati senza l'abito dell'Ordine per la cura della chiesa. Nel 1810 la parte del convento con facciate su Terranova (via Cavour) e via Sgarzeria fu adibita a uffici che non vennero più restituiti ai frati.

Dopo la restaurazione Francesco IV fece riaprire il convento e i frati ripresero l'abito dell'Ordine. Nel 1818 per sistemare la strada (Corso Nuovo, ora Via 3 febbraio 1831) vennero demolite parte della sagrestia, che prese la forma attuale, e vicino a via Cavour botteghe di fabbri addossate al convento. Venne inoltre costruito un passaggio coperto (demolito nel 1859) tra il palazzo ducale e il convento che permetteva di raggiungere la tribuna ducale direttamente dal palazzo. Seguirono lavori di ripristino ed abbellimenti nella chiesa. Nel 1900 fu completamente restaurata la sagrestia, ripuliti i due armadi della metà del Settecento e il quadro "il martirio di Sant'Agata" di Giulio Secchiari, proveniente dalla chiesa omonima.

Per un'ampia e minuziosa descrizione della chiesa di San Domenico e dei suoi cambiamenti nel tempo si rimanda a Soli (1974, vol. I).

Non si sono trovati dati relativi al paliotto eucaristico negli archivi civili ed ecclesiastici di Modena mentre la parte di archivio portata a Bologna dai frati

alla chiusura del convento (2001) non è ordinata e quindi al momento non consultabile. Si possono solo fare congetture: il paliotto poteva ornare un altare della seconda chiesa e quando fu costruita l'attuale, ritenuto di gusto antiquato, fu collocato in una posizione meno importante. Il committente era quasi sicuramente la Confraternita del Santissimo Sacramento, frequente nelle chiese, di cui però non è nota la presenza in San Domenico, fatta eccezione per la Confraternita di San Luigi Gonzaga che diventò Confraternita Parrocchiale del Sacramento per sottrarsi alla soppressione sancita dal Decreto del 26.5.1807 (Sossaj, 1841, pagg. 37-64). Questa data è comunque posteriore alla realizzazione del paliotto. Si può anche ritenere che il paliotto provenisse da un'altra chiesa, forse dalla vicina Sant'Agata. Quando la chiesa fu chiusa al culto gli arredi e i dipinti passarono in San Domenico (Soli, 1974, Vol. 1 pag. 14). In un minuzioso inventario dei beni della chiesa di Sant'Agata del 1773 vengono elencati i quadri ma non il paliotto (ACAMo, Documentazione Parrocchiale, San Domenico).

6. Chiesa e Convento delle Suore Domenicane

Il paliotto posto nell'altare della sagrestia (Fig. 2) viene ricordato nelle schede compilate da Carlo Ludovico Ragghianti negli anni '40 del secolo scorso; è citato nelle Guida di Modena di Chellini & Pancaldi (1926, pag. 29) e di Leonelli (1976, pag. 72).

Il convento è attualmente chiuso e non è stato possibile né effettuare un sopralluogo né consultare l'archivio delle suore. L'unica immagine in nostro possesso è stata gentilmente fornita dalla Soprintendenza per i Beni Storici, Artistici ed Etnoantropologici di Modena e Reggio Emilia.

Il paliotto in scagliola policroma a fondo nero è caratterizzato da una fitta decorazione a fregi simmetrici con tre inserti: l'immagine centrale è dedicatoria mentre nei medaglioni laterali vi sono due vasi di fiori speculari. L'elemento centrale in questo caso è il santo, quasi sicuramente San Domenico: veste la tonaca che contraddistingue l'Ordine ed ha nelle mani una croce ed un giglio.

Il paliotto presenta il bordo a racemi sui quattro lati. Dovendo basarsi unicamente sull'immagine fotografica nei due mazzi di fiori si riconoscono solamente rose, peonie e ipomee mentre nella parte superiore ed inferiore del paliotto da volute di acanto si staccano 12 fiori molto stilizzati che anche per le foglie fanno ipotizzare dei tulipani.

La cornice del medaglione centrale, a finti marmi chiari profilati in bianco, per la sua forma ricorda quella utilizzata da Marco Mazelli in più occasioni

(Abbazia di San Pietro e Chiesa di San Vincenzo a Modena; Parrocchiale di Cervarezza, prov. di Reggio Emilia). Analogamente i contorni dei medaglioni laterali, seppur con alcune varianti, possono ricondursi allo stesso autore (Abbazia di San Pietro e Parrocchiale di Polinago, prov. di Modena). Vasi di fiori di foggia abbastanza simile sono più frequentemente utilizzati da altri autori quali, ad esempio, Giovan Marco Barzelli. Questi nella seconda fase della sua attività abbandona la bicromia e la tradizionale tripartizione ereditate dal suo maestro Giovanni Gavignani e libera la propria fantasia al colore (Manni 1997, pag. 64).

Per Ragghianti (1940) lo stato di conservazione era buono; dalla fotografia (non è noto quando sia stata scattatata) sembra vi siano fessurazioni verticali incomplete e trasversali mentre i due angoli inferiori appaiono abrasi.

Dati storici

La necessità di avere una dote per essere accolte in un monastero impediva alle giovani di famiglie con scarsi mezzi di poter realizzare la loro vocazione. Per superare questa difficoltà, nel 1607, per interessamento di Nicolò Molza, di diversi cittadini e della Comunità venne aperto il Monastero dell'Assunta, detto anche delle Monache della Madonna, che accettava *zitelle* desiderose di monacarsi ma con una dote insufficiente per gli altri monasteri.

L'edificio era costruito su parte dell'area occupata attualmente dalle Suore Domenicane, all'incrocio tra l'antica Contrada San Rocco (oggi Via Belle Arti) e contrada Sgarzeria con ingresso in Via Belle Arti. I lavori proseguirono negli anni successivi con notevoli difficoltà sia economiche – più volte le Monache chiesero aiuti alla Comunità – sia per l'opposizione delle confinanti Monache di San Marco – con una serie di ricorsi e controricorsi al Vescovo di Modena ed a Roma.

La chiesa venne eretta nello stesso luogo dell'attuale, all'angolo tra le vie Belle Arti e Sgarzeria e fu restaurata nel 1752, in particolare il coro; dieci anni dopo il pavimento fu abbellito da una meridiana in marmo. Nel 1770 le monache protestarono per i fetidi miasmi del canale della Cerca, causati dagli scoli delle fabbriche dell'Albergo dei poveri e dell'Ospedale, che rendevano insalubre il monastero. La Comunità ricoprì il canale mentre le monache abbassarono il piano della loro chiesa e riattarono la facciata (Soli, 1974, III pag. 26). In seguito, nel 1783, per ordine del duca le monache dovettero trasferirsi e unirsi con quelle del Monastero di San Paolo. L'edificio venne affidato all'Opera Pia che in parte lo adattò e aprì nel 1786 come Ritiro per le Cittadine povere, specialmente per le orfane. I restanti locali e il confinante Monastero di San Marco, anch'esso soppresso, vennero trasformati in abitazioni da affittare per

avere rendite da utilizzare per il mantenimento del Ritiro. La chiesa rimase aperta come oratorio del Ritiro.

Anche durante il periodo napoleonico il Ritiro non fu chiuso in quanto "opera pia laica" con finalità sociali: ospitava infatti anche orfane provenienti da altri istituti.

Con la restaurazione Francesco IV volle diventasse il collegio di Santa Caterina: la proprietà restava dell'Opera Pia mentre la conduzione veniva affidata alle Terziarie di San Domenico, sotto la direzione del vescovo. La terziarie tornarono ad essere una corporazione religiosa e nel 1818 cambiarono le loro costituzioni divenendo monache di clausura. La chiesa fu sempre ad una sola navata con tre altari. Nel 1847, su disegno dell'ing. Giovanni Lotti, venne ristrutturata e rifatta la decorazione interna più ricca della precedente con stucchi e nicchie con statue. Le nuove pitture del soffitto di Camillo Crespolani e Luigi Manzini ricoprirono le precedenti di Francesco Stringa e gli ornati di Flaminio Veratti. Per ulteriori dati, in particolare le descrizioni dell'interno della chiesa si rimanda a Soli (1974, III) e a Sossaj (1841, pag. 44-45).

La sagrestia è descritta solamente nelle guide di Chellini & Pancaldi (1926, pag. 29) e di Leonelli (1976, pag. 72). La pala dell'unico altare raffigura Sant'Agostino che scrive assistito da tre angeli; in alto sopra le nubi la Trinità e la Vergine Maria; il sottostante paliotto ha al centro San Domenico. La presenza di soggetti diversi tra l'ancona-pala ed il paliotto in genere è indice di cambiamenti avvenuti nel tempo, per esempio nella ristrutturazione del 1847. Il quadro, però, non figura nell'elenco di quelli presenti in chiesa fin dal 1770 (Soli, 1974 III pag. 28-29), semmai è più probabile che sia stato spostato il paliotto. È però da tener presente che nel fondare l'ordine San Domenico aveva adottato la regola di Sant'Agostino e questo poteva creare un legame tra i due Santi.

7. San Lazzaro

Sulle pareti laterali della chiesa sono ubicati due paliotti. Quello a sud ha al centro la Madonna con il Bambino (Fig. 3), quello a nord un medaglione con l'Ultima Cena (Fig. 6). Il secondo è stato segnalato nelle guide di Chellini & Pancaldi (1926, pag. 218) e di Leonelli (1976, pag. 180) mentre il primo solo da quest'ultimo (pag. 180).

Al momento non è nota la loro provenienza. Il secondo probabilmente è stato commissionato per la chiesa mentre il primo potrebbe provenire da altre chiese di Modena. Sono in buono stato di conservazione ma richiederebbero una maggiore protezione per evitare scalfitture e danneggiamenti.

Nel primo in scagliola policroma su fondo nero (Fig. 3) si riconosce la tipica tripartizione: al centro un medaglione in cui è rappresentata la Madonna seduta che tiene in braccio il Bambino e due medaglioni laterali con a sinistra San Silvestro Papa e a destra San Rocco. Il primo riconoscibile per il triregno e la croce a tre traverse, il secondo come lebbroso con la gamba scoperta nell'atto di mostrare una piaga e un lungo bastone. Nella tradizione San Rocco era considerato anche protettore degli appestati e veniva rappresentato vestito da pellegrino con la tipica conchiglia di *Pecten* cucita all'abito (simbolo del pellegrinaggio a Santiago di Compostela), un cane al fianco e sulla gamba un grosso bubbone. Nella parte superiore, agli angoli, sono poste due upupe speculari, al centro un cardellino all'interno di un ovale e, lateralmente a questo, due pappagalli.

In basso al centro, all'interno di un ovale, vi è uno stemma con un bue bianco in campo azzurro appoggiato su bande rosso e oro alternate. Inoltre al centro della cornice dello stemma è posta la testa di un secondo bovino (Fig. 4).

La Madonna è circondata da una ghirlanda di fiori: peonie di diversi colori, un bocciolo di rosa bianca, gigli di colore rossastro, garofani, ipomee azzurre e due giacinti che chiudono superiormente la ghirlanda (Fig. 5). Inoltre tra le volute stilizzate di acanto compaiono rose bianche, tulipani, gigli, peonie, garofani. Bordo sui tre lati con racemi.

Il paliotto risale al sec. XVIII ed è quasi sicuramente opera di uno scagliolista locale, attribuibile, secondo Garuti (2010), a Marco Mazelli. La doppia cornice bianca che circonda l'immagine della Madonna e le cornici dei medaglioni laterali, di elementi vegetali stilizzati, sono del tutto simili a quelle di in un paliotto della chiesa di San Pietro di scagliolista modenese della fine del XVII secolo (Manni, 1997, pag. 237).

Il secondo in scagliola policroma a fondo nero (Fig. 6) è caratterizzato da un grande medaglione centrale nel quale è raffigurata l'Ultima Cena. Ai lati un modello già proposto dal Mazelli in due paliotti conservati nel Santuario della Madonna del Rosario di Fontanellato (PR) ed anche in un terzo ubicato nella parrocchiale di Marzaglia (MO). Si tratta di un mascherone con frutti posto al di sopra di due cornucopie incrociate che a loro volta sovrastano un medaglione con un volatile. In particolare l'averla maggiore a destra è del tutto simile a quella presente in entrambi i paliotti parmensi (Manni, 1997, pag. 90-91). Nel medaglione di sinistra invece è raffigurato un parrocchetto dal collare. L'accurata esecuzione dell'elaborato bordo posto su tre lati è ricorrente nei lavori di questo artista.

Per i soggetti botanici oltre ai frutti (mele, pere, susine?) è da evidenziare l'utilizzo di rami di ulivo, tulipani, peonie, giacinti ed ipomee.

Significative le quattro mani benedicenti che lasciano presupporre la committenza della Congregazione di Carità di Modena (Garuti, 2010).

Più Autori si sono interessati al ciclo di affreschi sulle pareti laterali senza prendere in considerazione i due paliotti. La guida di Modena di Sossaj (1841) si limita al solo centro storico e non prende in considerazione i sobborghi. Chellini & Pancaldi (1926) invece lo segnalano ubicato nell'altare laterale ritenendo però che raffiguri le Nozze di Cana, così come Ragghianti nelle sue schede. Per Garuti (2010) si tratta invece dell'Ultima Cena ed è il lavoro di uno scagliolista modenese del secolo XVII, attribuibile a Marco Mazelli.

Dati storici

Percorrendo la Via Emilia Est in direzione di Bologna a circa 2 km da Modena, poco dopo Via Saliceta San Giuliano, sul lato sinistro si nota la piccola chiesa di San Lazzaro, parallela alla strada ma posta molto più in basso del piano stradale. Non è nota la data della sua costruzione ma venne eretta per le necessità religiose dell'ospedale di San Lazzaro, nome con cui venivano indicati i lebbrosari. La devastazione del corpo e le piaghe purulente suscitavano orrore e, non essendo noti metodi di cura, l'unica norma igienica era la segregazione dei colpiti. I malati erano mantenuti dal vescovo, dal Comune o da persone benefiche ma dovevano vivere fuori dalla città in una capanna, possibilmente vicina ad un corso d'acqua per poter lavare frequentemente le piaghe; alla loro morte la capanna e le masserizie venivano bruciate (Bertolani Del Rio, 1961).

Successivamente nei secoli XII–XIV la diffusione della lebbra in occidente aveva spinto gli amministratori delle città a costruire dei luoghi di ricovero per gli infermi di San Lazzaro, così denominati con riferimento al povero coperto di piaghe della parabola evangelica del ricco epulone (BG Lc 16, 20 ss), in cui i lebbrosi venivano ospitati, nutriti e curati ma al tempo stesso isolati, anche se vi potevano essere delle deroghe. Poteva venir concesso di assistere alle funzioni della Settimana Santa e a Modena secondo gli Statuti del 1327 ogni venerdì dovevano recarsi in città per raccogliere e portare via il letame accumulatosi nella Piazza Comunale, evitando però i contatti con le persone (Di Pietro, 1990). Nelle città emiliane i cosiddetti Lazzaretti venivano costruiti fuori delle mura ad est per evitare che i venti occidentali, ritenuti apportatori di epidemie, raggiungessero la città dopo aver sorvolato gli ospizi dei lebbrosi. In molte città emiliane, anche dove è scomparso il lazzaretto, si è conservato il toponimo San Lazzaro, per esempio a Reggio Emilia (Di Pietro, 1990; Bertolani Del Rio, 1961). L'amministrazione era curata da confraternite di laici – a Modena nel 1327 venivano detti "massari degli infermi"

– che cercavano di raccogliere i fondi necessari mediante offerte, lasciti ecc., mentre l'assistenza diretta era svolta da religiosi, spesso frati francescani. A Modena, già alla fine del XII secolo, esisteva un lebbrosario di cui però non è nota l'ubicazione. Basandosi sulla posizione dei conventi poteva essere vicino a quello dei Frati Minori fuori Porta Baggiovara (ora San Francesco) oppure, dato che un altro convento francescano si trovava a oriente della città, l'ospedale poteva essere ubicato in vicinanza di questo ultimo e solo in seguito allontanato dalla città e portato nella zona dell'attuale chiesa. Comunque il trasferimento a San Lazzaro sarebbe avvenuto intorno alle metà del XV secolo o poco dopo (Bertoni & Nascimbeni, 1920, pag. 6). Nel 1520 venne ristrutturato il muro di cinta del lazzaretto, si risistemarono gli alloggi per gli infermi e nel 1523-24 fu ristrutturata la chiesa e furono poste le decorazioni esterne in cotto e la porta. Nel 1541 il Duca, per meglio utilizzare le risorse ed evitare sprechi, riunì sotto l'unica amministrazione della Santa Unione gli ospedali, tra cui San Lazzaro, e diverse opere pie (Bertoni & Nascimbeni, 1920). Le rigide norme d'isolamento contribuirono a ridurre il numero dei lebbrosi tanto che all'inizio del Seicento i lazzaretti vennero utilizzati per altri malati contagiosi quali i colpiti da sifilide e a Modena nel 1630 per gli appestati. Le modalità di assistenza si sono modificate nel tempo e nel 1758 con la fondazione del Grande Spedale cessò l'utilizzo di San Lazzaro.

È invece rimasta la chiesa a pianta rettangolare con abside circolare e facciata rivolta ad Ovest; le pareti esterne ed interne erano coperte di affreschi ma gli esterni per l'azione del tempo e l'incuria sono totalmente scomparsi; rimangono solo quelli all'interno sbiaditi e con ampie lacune. Per impedire un ulteriore degrado favorito dall'umidità delle pareti – il pavimento della chiesa è sotto il livello stradale – furono più volte restaurati, non sempre con l'esito sperato. In 14 episodi sono rappresentate scene della vita di Gesù e di Lazzaro desunte in parte dai Vangeli e in parte da leggende. Sulla base dello stile gli affreschi furono attribuiti a più artisti: al modenese Pellegrino Munari, ad un pittore di scuola veneziana, ad un pittore di scuola toscana, al modenese Giovanni Antonio Scaccieri ed al parmigiano Gherardo delle Catene. Finalmente nei registri dell'Ospedale di San Lazzaro fu rinvenuto il contratto di appalto dei pittori modenesi Adamo e Agostino Setti e il parere favorevole di una commissione di quattro artisti prima di procedere al pagamento del lavoro, abitudine frequente all'epoca (Bertoni & Nascimbeni, 1920 pag. 29-31; Baracchi, 1987). Per una approfondita descrizione degli affreschi si rimanda a Bertoni & Nascimbeni (1920), Ceccarelli (1990), Lolli (1990).

Secondo Chellini & Pancaldi (1926) nella chiesa vi erano due altari: nel minore vi era un quadro con la Madonna, il Bambino e quattro santi, attribui-

to al Vellani ed al disotto un paliotto di scagliola con le Nozze di Cana. Tale attribuzione è stata in seguito cambiata ed oggi si ritiene invece che si tratti dell'Ultima Cena; attorno al tavolo vi sono infatti Cristo con i dodici apostoli, l'uomo davanti al tavolo con un asciugatoio e un bacile può ricordare la lavanda dei piedi avvenuta proprio in questa occasione (BG GV 13, 3-6).

8. Soggetti naturalistici e loro simbologia

Gli animali da sempre accompagnano l'uomo e fin dall'antichità sono stati considerati simboli e modelli per l'agire umano come mostrano i tanti esempi che si possono trarre sia dalla tradizione classica che dal mondo giudaico-cristiano (Charbonneau-Lassay, 1994). Nelle trame degli episodi biblici anche gli animali svolgono una parte spesso fondamentale: basti pensare al corvo e alla colomba inviati da Noè fuori dall'arca e al serpente tentatore nel paradiso terrestre (Ciccarese, 2002).

Fin dalle sue origini la Chiesa cristiana si servì di una serie di figure emblematiche, molte tratte dal mondo animale, provenienti anche da religioni anteriori alla sua esistenza, alle quali furono attribuiti significati legati alla figura di Cristo. Alcune immagini strettamente legate ai testi sacri furono usate fin dai primi secoli della Chiesa e lo sono tuttora: l'agnello immolato e trionfante è figura di Cristo morto e risorto, l'uva e le spighe di grano ricordano il sacrificio eucaristico, la colomba bianca lo Spirito Santo. Anche nelle raffigurazioni medievali diversi animali e piante hanno una precisa interpretazione religiosa, a prescindere dal valore decorativo ed estetico.

Il simbolo è il linguaggio del sacro e rende accessibili a tutti realtà spirituali altrimenti impossibili da rappresentare e comunicare altrimenti. È da notare che le immagini non venivano scelte arbitrariamente dall'artista e il loro significato derivava dai testi sacri e dall'interpretazione che ne avevano dato i Padri della Chiesa (Charbonneau–Lassay, 1994) Il significato però può essere legato ad una determinata epoca e venire dimenticato con il trascorrere del tempo.

Nei paliotti presi in considerazione compaiono esclusivamente uccelli, fatta eccezione per due bovini di uno stemma posto a ricordo del committente. In Tab. 1 è riportato l'elenco degli animali e delle piante desunto dall'osservazione dei quattro paliotti.

Tab. 1 – Elenco dei soggetti naturalistici raffigurati nelle quattro scagliole

Nome comune degli animali	**Nome Scientifico**
Classe UCCELLI	
Ordine Psittaciformi	
Pappagallo Ara	*Ara* sp.
Parrocchetto dal collare	*Psittacula krameri*
Ordine Coraciformi	
Martin pescatore	*Alcedo atthis*
Upupa	*Upupa epops*
Ordine Passeriformi	
Pettirosso	*Erithacus rubecula*
Averla maggiore	*Lanius excubitor*
Basettino	*Panurus biarmicus*
Cardellino	*Carduelis carduelis*
Passeriforme	n.d.
Classe MAMMIFERI	
Ordine Artiodattili	
Bue	*Bos taurus*
Nome comune delle piante	
Divisione DICOTILEDONI	
Garofano	*Dianthus caryophyllus*
Peonia	*Paeonia* cfr. *lactiflora*
Rosa	*Rosa* sp.
Pero	*Pirus communis*
Melo	*Malus communis*
Ciliegio	*Prunus avium*
Susino	*Prunus domestica*
Olivo	*Olea europaea*
Ipomea	*Ipomoea* sp.
Divisione MONOCOTILEDONI	
Tulipano	*Tulipa* sp.
Giglio martagone	*Lilium martagon*
Giglio bianco	*Lilium candidum*
Giacinto	*Hyacinthus orientalis*

9. Animali

Cardellino e pettirosso

Alcuni uccelli, tra cui il cardellino, il pettirosso e il fringuello, sono assenti nei bestiari medievali, ma appaiono spesso come attributi di Gesù in epoca rinascimentale e barocca.

Il cardellino è un passeriforme dal dorso marrone e cremisi con un'ampia barra alare gialla. La sua caratteristica, che ha ispirato il simbolismo cristiano, è la maschera, ovvero la parte anteriore del capo, che è di colore rosso.

Secondo Sant'Isidoro di Siviglia, il cardellino alluderebbe alla Passione di Gesù Cristo. Il suo nome deriva dal latino *cardus*, cardo, perché ama cibarsi dei semi di questa pianta che con le sue foglie irte ricorda la corona di spine di Gesù (Levi d'Ancona, 2001).

Secondo una leggenda cristiana tre uccellini, il cardellino, il pettirosso e il fringuello, mossi da compassione per le sofferenze di Cristo, cercarono di togliere una ad una le spine dal suo capo ma tutti e tre furono feriti proprio dalle spine ancora coperte di sangue. È per questo motivo che alcune parti del loro corpo sarebbero state segnate per sempre da quell'opera caritatevole: il cardellino avrebbe ricevuto la maschera rossa cremisi sul capo, il pettirosso e il fringuello la macchia sul petto (Charbonneau-Lassay, 1994; Cattabiani, 2000).

Pappagalli

Il pappagallo già nell'antichità era tenuto in grande considerazione per la sua straordinaria capacità di ripetere le parole. Questo uccello era anticamente ritenuto sacro e considerato un animale che, oltre ad essere bellissimo, era anche molto intelligente in quanto disponeva di una memoria incredibile ed era in grado di imparare moltissime cose (Impelluso, 2003).

Successivamente acquisì una connotazione negativa in quanto rappresentava l'emblema di coloro che chiacchierano in modo insulso ed è proprio questo simbolismo che diventerà prevalente in epoca moderna (Maspero, 1997).

Durante il Medioevo, in Occidente, il pappagallo viene descritto come un animale pulitissimo, assumendo quindi una connotazione di innocenza e purezza e per questo associato all'immagine di Cristo. Nell'Europa settentrionale divenne invece simbolo della Madonna perché il pappagallo sa pronunciare "Ave", cioè il saluto rivolto dall'arcangelo Gabriele a Maria al momento dell'Annunciazione (Cattabiani, 2000).

Il parrocchetto dal collare, cosiddetto per la fascia di penne scure che gli adulti presentano sul collo, è specie a distribuzione afro-asiatica introdotta in Europa dai Romani. Era allevato in cattività ed è stato raffigurato in mano-

scritti miniati come ad esempio nella Bibbia di Borso d'Este e nel Breviario di Ercole I d'Este. Basandosi su Plinio e Isidoro di Siviglia, si associava a idee di eloquenza e purezza (Cordellier, 1996; Impelluso, 2003).

Upupa

L'upupa è un uccello facilmente riconoscibile per la cresta erettile sul capo composta da due serie di piume nelle quali si alternano il fulvo e il nero. È comune in Italia da marzo all'autunno, e il suo arrivo, come quello della rondine e del cuculo, annuncia la primavera. Ha un piumaggio rossiccio con fasce bianche e nere sulle ali e sulla coda, che è tronca. Il becco lungo, affilato e incurvato verso il basso è adattissimo per catturare vari insetti. Nidifica nelle cavità degli alberi e nei buchi delle rocce e dei muri. Al tempo della cova emana un fetore insopportabile utile per proteggere la prole dai predatori. Al tempo degli amori emette un verso caratteristico.

Nell'Antico Testamento era considerata uno degli uccelli impuri di cui non ci si poteva cibare a causa probabilmente del suo fetore. Nell'esegesi biblica per i cristiani rappresenta il demonio, il peccatore e l'uomo che non accetta Cristo e si allontana dalla salvezza (Mandolini, 1997). È l'antitesi dell'uccello del paradiso simbolo di Cristo, dello Spirito Santo e dell'anima contemplativa (Charbonneau-Lassay, 1994). Secondo i naturalisti antichi, al pari della cicogna, curava amorevolmente i figli e si prendeva cura dei vecchi genitori (Cattabiani, 2000).

Martin pescatore

Il martin pescatore è caratterizzato dai colori azzurro e verde del dorso, rosso aranciato delle parti inferiori. Il capo è relativamente grande, le ali, le zampe e la coda sono corte. Vive in prossimità dell'acqua ma in passato si riteneva erroneamente che il suo nido, costruito sulle acque del mare, resistesse alle tempeste e fosse paragonabile alla chiesa che affronta e supera notevoli difficoltà (Charbonneau-Lassay, 1994). Nell'araldica a partire dal XVI secolo era l'emblema della prudenza e della previdenza (Cattabiani, 2000).

Non legata a particolari simbologie, ma sicuramente frutto di una attenta osservazione è il bell'esemplare di averla maggiore accuratamente riprodotta con l'unica eccezione del becco che risulta troppo scuro (Fig. 7).

10. Vegetali

I fiori per la bellezza e il profumo suscitano interesse e ammirazione ma la loro breve vita ci ricorda la caducità delle realtà terrene; alcuni hanno inoltre un particolare significato legato alle diverse culture.

Garofano

Importato in Occidente dalla Tunisia verso la fine del XIII secolo. Per la forma delle foglie lanceolate, che ricordano i chiodi, è associato alla passione di Cristo (Mandolini, 1997).

Rosa

La rosa è insieme al giglio fiore proprio della Vergine Maria, rosa mistica e rosa senza spine; in suo onore si recita il rosario, cioè una corona di preghiere. Una rosa rossa in mano a Gesù Bambino evoca l'immagine della passione.

Ulivo

Fico, vite e ulivo erano tipici elementi del paesaggio della Palestina. Nell'Antico Testamento l'ulivo ricordava la magnificenza, la bellezza, la prosperità, la gioia, la forza e la fecondità; i figli erano paragonati a virgulti di ulivo (BG Sm 128,3); durante l'entrata di Gesù in Gerusalemme la folla agita rami di ulivo (BG Mt 21, 1-11). L'olio per le necessità del culto era ottenuto da olive pestate e spremute ma non torchiate; serviva per le lampade, per i sacrifici quotidiani, per l'unzione dei re nella cerimonia della loro intronizzazione. La Vergine Maria viene paragonata all'olivo, "*Quasi oliva speciosa in campis*" (BG Sir 23, 19), da cui si ottiene olio puro simbolo della misericordia e delle grazie che distribuisce a piene mani.

Tulipano

Originario della Persia, venne importato in Europa nella metà del '500. Coltivato in modo intensivo nelle Fiandre e in Olanda, si ottennero numero varietà, alcune molto rare. I bulbi raggiunsero sul mercato prezzi elevatissimi, una vera follia che portò alla rovina finanziaria più persone; i prezzi crollarono nel 1637 senza più rialzarsi. Il tulipano è il fiore della fama e della rinomanza ma specialmente in nature morte allude alla caducità dei beni terreni (Mandolini, 1997; Impelluso, 2003).

Giglio

È considerato simbolo di castità e purezza. Nell'Antico Testamento aveva il significato di fertilità, bellezza, fioritura spirituale, nei Vangeli di abbandono

alla Provvidenza. Nel simbolismo medievale è attribuito a Maria per la sua Immacolata Concezione e le sue virtù e perciò raffigurato nell'Annunciazione: in mano all'arcangelo Gabriele, in un vaso o nello sfondo. È attributo di alcuni santi a rappresentare la castità della loro vita: Sant'Antonio da Padova, San Domenico di Guzman, San Luigi Gonzaga, Santa Caterina da Siena ecc. Il giglio martagone, anche se colorato, ha lo stesso significato (Mandolini, 1997).

Giacinto

Nella mitologia pagana aveva una connotazione funerea in quanto era il fiore che Apollo, desolato per avere involontariamente ucciso Giacinto, aveva fatto sorgere dal suo sangue. Aveva anche assunto il significato di prudenza e saggezza. Secondo la dottrina cristiana ricorda Cristo e talvolta è rappresentato nella Natività (Impelluso, 2003).

11. Frutti: mela, pera, susina e ciliegia

La mela è erroneamente ritenuta il frutto mangiato da Adamo ed Eva, in realtà la Genesi non indica quale fosse l'albero della conoscenza, basandosi sul significato del nome *malus* che indica sia il male che il melo. In mano alla Vergine o a Gesù Bambino diviene positivo ed è simbolo di salvezza e redenzione. Il significato positivo della pera è legato all'interpretazione di un versetto del Salmo 34; ricorda la dolcezza delle virtù (Impelluso, 2003).

La susina è simbolo di fedeltà ma riferita a Cristo ha significato diverso a seconda del colore: il violaceo indica passione e morte, il giallo la castità, il rosso la carità ed il bianco l'umiltà. Questi frutti riempiono le cornucopie del Mazelli. Frequente nelle pitture profane la cornucopia è simbolo di abbondanza. Nel paliotto potrebbe ricordare il Cristo Signore del creato ma anche tutti i benefici apportati dalla sua morte e resurrezione che avverranno poco dopo l'Ultima Cena.

Il colore rosso delle ciliegie richiama il sangue versato da Cristo. Compaiono sul tavolo nelle rappresentazioni dell'Ultima Cena e di quella di Emmaus ma si trovano anche in dipinti con la Madonna e Gesù Bambino.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Dott. Lorenzo Pongiluppi dell'Archivio Storico Diocesano di Modena-Nonantola, la Dott.ssa Simona Roversi dell'Ufficio Diocesano Beni Culturali Ecclesiastici di Modena-Nonantola, il Personale dell'Archivio di Stato di Modena e dell'Archivio Storico Comunale, la Signora Lucia Orsetti di San Domenico per la disponibilità e collaborazione e il Sig. Giancarlo Nannini per le riprese fotografiche. Un particolare ringraziamento alla Soprintendenza per i Beni Storici, Artistici ed Etnoantropologici di Modena e Reggio Emilia per avere concesso il permesso di pubblicare la fotografia del paliotto ubicato nella sagrestia del Convento delle Suore Domenicane (Prot. N. 1224 – 28.13.10/3 del 7/04/2011).

Abbreviazioni

ACAMo = Archivio della Curia Arcivescovile di Modena
BG = Bibbia di Gerusalemme

Bibliografia

Adani G. & Bentini J., 1993 – *Atlante dei beni culturali dell'Emilia Romagna: i beni artistici, i beni degli artigianati storici*. Carimonte Banca, Bologna.

Autori Vari, 2002 – *Bibbia di Gerusalemme*. Dehoniane, Bologna.

Baracchi O., 1987 – *Notizie storico-artistiche inedite sull'ospitale di Rubiera e sull'ospitale di San Lazzaro di Modena*. Deputazione di Storia Patria per le antiche Provincie modenesi, Atti e Memorie, Ser. XI, Vol. IX, pp. 223-247.

Bertolani Del Rio M., 1961 – *L'Ospedale di San Lazzaro di Modena*. Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le antiche Provincie modenesi, ser. IX, vol. I, pp. 81-96.

Bertoni G. & Nascimbeni G., 1920 – *Il patrimonio storico-artistico della Congregazione di Carità in Modena*. Orlandini, Modena.

Cabassi E., 1986 – *Notizie degli artisti carpigiani con le aggiunte di tutto ciò che ritrovasi d'altri artisti dello Stato di Modena*. A cura di A. Garuti, Panini, Modena.

Cattabiani A., 2000 – *Volario: simboli, miti e misteri degli esseri alati: uccelli, insetti, creature fantastiche*. Mondadori, Milano.

Ceccarelli C., 1990 – *Gli affreschi della chiesa di San Lazzaro*. In: D. Di Pietro, C. Ceccarelli & L. Lolli (a cura di) "Gli affreschi della Chiesa di San Lazzaro", Assessorato alla Cultura del Comune di Modena, Circoscrizione n. 5, San Lazzaro, Modena, pp. 11-48.

Charbonneau-Lassay L., 1994 – *Il bestiario del Cristo: la misteriosa emblematica di Gesù Cristo*. I, Arkeios, Roma.

Chellini L. & Pancaldi E., 1926 – *Guida storico-artistica di Modena e dintorni*. Libreria Editrice G.T. Vincenzi & Nipoti di Dante Cavallotti, Modena.

Ciccarese M.P., 2002 – *Animali simbolici: alle origini del bestiario cristiano*. I, EDB, Bologna.

Colli D., Garuti A. & Pelloni R., 1990 – *La scagliola carpigiana e l'illusione barocca*. Artioli, Modena.

Cordellier D., 1996 – *Pisanello. Le peintre aux sept vertus*. Parigi, pp. 258-259.

Cremaschi R., 1977 – *L'arte della scagliola carpigiana nei secoli XVII, XVIII e XIX*. Cassa di Risparmio di Carpi, Carpi.

DI PIETRO P., 1990 – *La chiesa e l'ospitale di San Lazzaro nei secoli*. In: P. Di Pietro, C. Ceccarelli & L. Lolli (a cura di) "Gli affreschi della Chiesa di San Lazzaro", Assessorato alla Cultura del Comune di Modena, Circoscrizione n. 5, San Lazzaro, Modena, pp. 5-9.

GARUTI A., 2010 – *Schede di inventario dei Beni artistici di proprietà ecclesiastica: chiesa di San Domenico IMP 0701, chiesa di San Lazzaro*. Archivio dell'Ufficio Diocesano Beni Culturali Ecclesiastici, Modena.

IMPELLUSO L., 2003 – *La natura e i suoi simboli: piante, fiori e animali*, Electa, Milano.

LEONELLI A., 1976 – *Nuova guida di Modena*. Edizioni La Vela, Modena.

LEVI D'ANCONA M., 2001 – *Lo zoo del rinascimento: il significato degli animali nella pittura italiana dal XIV al XVI secolo*. M. Pacini Fazzi, Lucca.

LOLLI L., 1990 – *Iconografia. Gli affreschi. Analisi per una proposta interpretativa del complesso decorativo nella chiesa di San Lazzaro*. In: D. Di Pietro, C. Ceccarelli & L. Lolli (a cura di) "Gli affreschi della Chiesa di San Lazzaro", Assessorato alla Cultura del Comune di Modena, Circoscrizione n. 5, San Lazzaro, Modena, pp. 55-79.

MANDOLINI G., 1997 – *L'arte della scagliola nel barocco marchigiano: via povera per comunicare spiritualità*. Provincia picena dei Frati minori delle Marche, Mombaroccio (PU).

MANNI G., 1997 – *I maestri della scagliola in Emilia-Romagna e Marche*. Artioli, Modena.

MASPERO F., 1997 – *Bestiario antico: gli animali-simbolo e il loro significato nell'immaginario dei popoli antichi*. Piemme, Casale Monferrato (AL).

MASSINELLI A.M., 1997 – *Scagliola: l'arte della pietra di luna*. Editalia, Roma.

RAGGHIANTI C.L., 1940 – *Schede della Soprintendenza alle Gallerie ed alle opere d'arte per le province di Modena e Reggio Emilia. Chiesa e Convento delle Suore Domenicane; Chiesa di San Lazzaro*. Dattiloscritti, Archivio Capitolare dell'Arcidiocesi di Modena.

SOLI G., 1974 – *Chiese di Modena*. In: G. Bertuzzi (a cura di) I: "La chiesa di Sant'Agata", pp. 3-14; "La chiesa di San Matteo poi di San Domenico ed il Monastero dei P.P. Domenicani", pp. 349-411; III: "La chiesa delle Monache della Madonna poi delle Domenicane", pp. 19-30. Aedes Muratoriana, Modena.

SOSSAJ F., 1841 – *Modena descritta da Francesco Sossaj*. Tipografia Camerale, Modena.

Fig. 1 – Paliotto in scagliola policroma, chiesa di San Domenico, Modena (sagrestia)

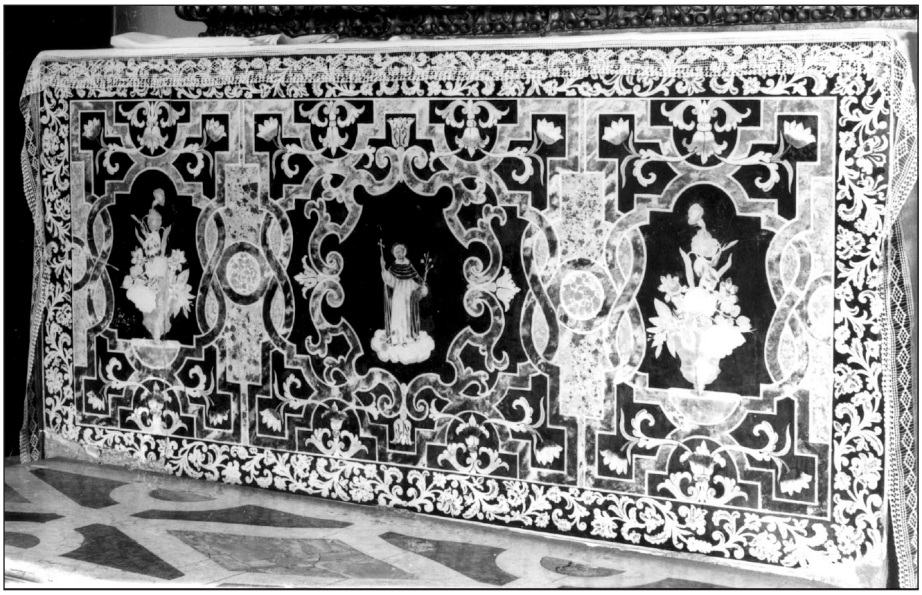

Fig. 2 – Paliotto in scagliola policroma, chiesa e convento delle Suore Domenicane, Modena (sagrestia)

Fig. 3 – Paliotto in scagliola policroma, chiesa di San Lazzaro, Modena (parete sud)

Fig. 4 – Stemma con bovini (particolare di Fig. 3)

Fig. 5 – Madonna con Bambino entro una ghirlanda di fiori (particolare di Fig. 3)

Fig. 6 – Paliotto in scagliola policroma, chiesa di San Lazzaro, Modena (parete nord)

Fig. 7 – Averla maggiore: paliotto chiesa di San Lazzaro, Modena (particolare di Fig. 6)

Atti Soc. Nat. Mat. Modena
141 (2010)

Sergio Invernizzi[*], **Giulia Brusadin**[†]

On the origin of the 97/400 leap years rule in the Gregorian calendar

Abstract

In the Gregorian calendar, the length of the mean tropical year is implicitely defined as $365 + 97/400$ *solar days. The present work is a contribution to the studies on the origin of the fraction* $97/400$*. We assume that the reform used the experimental value of the tropical year given in the Alphonsine Tables. Then we show that a direct computation of two best rational approximations of the fractional part* $r = 5^h 49' 16''$ *of the Alphonsine year, together whith a simple interpolation formula well–known to old calendarists, would have given precisely the fraction* $97/400$*.*

Riassunto

La durata dell'anno tropico medio del calendario gregoriano è implicitamente definita pari a $365 + 97/400$ *giorni solari. Questo lavoro è un contributo agli studi sull'origine della frazione* $97/400$*. Assumiamo che la riforma gregoriana abbia utilizzato il valore sperimentale dell'anno tropico delle Tavole Alfonsine. Mostriamo poi come il calcolo diretto di due migliori approssimazioni razionali della parte frazionaria* $r = 5^h 49' 16''$ *dell'anno alfonsino, unitamente ad una semplice formula di interpolazione ben nota agli antichi calendaristi, avrebbe prodotto esattamente* $97/400$*.*

Keywords: *calendars, Gregorian reform, continued fractions, Ostrowski representation, best rational approximation.*

Parole chiave: *calendari, riforma Gregoriana, frazioni continue, rappresentazione di Ostrowski, migliori approssimazioni razionali.*

[*] University of Trieste, Department of Life Sciences, Trieste, I–34100, e–mail: inverniz@units.it.

[†] University of Trieste, Department of Physics, Trieste, I–34100

1 Introduction

As it is well known, the Gregorian calendar reform states that a year is a leap year, consisting of 366 days, if and only if it is divisible by 4, with the exception of the centurial years which are not divisible by 400. Therefore the Gregorian calendar has 97 leap years every 4 centuries. This amounts to say that the mean length of the tropical year of the Gregorian calendar is *implicitely* defined as $365 + \frac{97}{400} = 365.2425$ mean solar days, or $365^d\, 5^h\, 49'\, 12''$. Actually, no know document of the Calendrical Commission appointed by Pope Gregory XIII contains the *explicit* statement that a particular experimental value of the tropical year was chosen as a reference for the reform. The aim of the Commission was the design of a calendar resulting close as much as possible to the commonly observed astronomical phenomena, as the full–moon or the vernal equinox, but free from empirical experimental data, which would have changed in time due to the growing precision of measure instruments, and independent from any theory of celestial motions. This point is clearly discussed in an old work by P. Zoboli in an old issue of this journal (Zoboli, 1877). Thus the question of where and how the fraction $\frac{97}{400}$ comes from is a very natural one.

J. Dutka reviewed some of the possible answers (Dutka, 1988). Many explanations are based on the continued fraction expansion of the length of the tropical years in solar days (Coppel, 2009; p. 187), but there is a relevant exception (Swerdlow, 1974; McNally, 1983). According to Swerdlow, if we express the classical experimental lengths of the year in sexagesimal notation, as was customary in the XVI century, and if we truncate them to the first two sexadecimal digits, then we get always the same value, namely $365;\, 14, 33$ days, and $\frac{14}{60} + \frac{33}{60^2} = \frac{97}{400}$. We will later comment Swerdlow's conjecture.

On the other hand, the idea of explaining $\frac{97}{400}$ using continued fractions comes back to Euler. The first volume of his *Introductio in analysin infinitorum* (Euler, 1797, Vol. I, Ch. XVIII, p. 320) contains at its very end a fifteen line example of application of continued fractions to the Gregorian calendar. Euler computes the first convergents of the continued fraction expansion of $t = \frac{20935}{86400}$, which is, according to his data, the fractional part

of the length of the tropical year in mean solar days, that is $t = 5^h\,48'\,55''$. Euler observes that from the 3rd convergent we have that the fractional parts of 33 years cumulate approximately to 8 whole days, while from the 6th convergent we deduce that 747 years give 181 days, and finally he concludes that

> unde sequitur quadringentis annis abundare 97 dies.

This seems to be the first "explanation" of the fraction $\frac{97}{400}$, but, unfortunately, Euler does not give any detail.

A more detailed discussion is due to Joseph–Louis Lagrange: in the *Additions* to Euler's *Éléments d'Algèbre* (Euler, 1774, *Example I*, pp. 35–41) he proposed a calendar based on the continued fraction expansion of the length on the tropical year given by La Caille, that is $365^d\,5^h\,48'\,49''$; on p. 41, discussing the Gregorian Calendar, Lagrange stated, without reference, that

> . . . dans la réformation grégorienne on s'est servi de la détermination de l'année donnée par Copernic, laquelle est $365^d\,5^h\,49'\,20''$.

Actually, the experimental values of the tropical year reported by Cristoph Clavius in his *Apology* (Clavius, 1588) are the classical results by Hipparchus and Ptolomy, Albategnius, and Alfonso X of Castile:

> Relictis igitur vetustioribus Astronomis, Ptolemaus anno circiter 13 post Christum natum, suis observationibus deprehendit anni magnitudinem Dierum 365, Hor. 6 minus parte trecentesima unis diei. [. . .] Albategnius circa annum Domini 880 [. . .] inuerit annum continere Dies 365 Hor. 5 Min. 46 Sec. 24. Alphonsinæ tabulae, quæ circa annum Domini 1250 conditæ sunt, statuunt constare Diebus 365 Hor. 5 Min. 49 Sec. 16.

Immedialtely afterwards, Clavius quotes the works of Copernicus on the irregularity of the tropical year. Accordingly, Clavius recalls that it ranges from a minimum of $365^d\,5^h\,42'\,55''\,07'''$ to a maximum of $365^d\,5^h\,55'\,37''\,40'''$, so that the value of the Alfonsine Tables is an approximate middle point:[1]

[1] Actually, the arithmetic mean between the minimum and the maximum values

> ... ita ut magnitudo anni Alphonsini media propemodum sit inter maximam, ac minimam anni magnitudine.

Swerdlow's hypothesis on $\frac{97}{400}$ is authoritative and very plausible. However, there could be other ideas, especially because that hypothesis assumes a priori a truncated value, that is, by definition, an underestimate, giving up the precision of centuries of astronomical observations. Actually, analysing the cited material, it would be also natural to suppose that the Calendrical Commission started from the $365^d\,5^h\,49'\,16''$ value of the Alfonsine Tables (Meeus & Savoie, 1992) to design a model for the mean gregorian year. We recall also that the use of the value of the Alfonsine Tables in the Gregorian reform is clearly stated, quoting Clavius, in an old paper by B. Oriani, an eminent Italian astronomer of the Observatory of Brera in Milan (Oriani, 1785):

> In Calendario Gregoriano annus tropicus assumptus ex tabulis Prutenicis Reinholdi & Alfonsinis est $365^d 5^h 49' 16''$ (**)
> .....

(**) Clavius de Calendario, cap. 7.

2 An explanation of the fraction 97/400

The Alfonsine value $365^d\,5^h\,49'\,16''$ converted to a rational number of days becomes $365 + r$ with $r = \frac{5239}{21600}$. We shall first apply the "modern" theory of continued fractions (Hardy & Wright, 1954; Rockett & Szüsz, 1994; Coppel, 2009), for which we have no evidence of its availability to the Commission.[2]

Now, the continued (finite) fraction expansion of r is

$$r = [0, 4, 8, 7, 2, 2, 17] \tag{1}$$

reported by Copernicus, round to the nearest second, is exactly the value of the Alfonsine Tables. This is not unexpected since the classical values of the tropical year were computed as means over quite large periods (Narrien, 1833; Delambre, 1817; Meeus & Savoie, 1992).

[2] Apart from a single contribution of R. Bombelli dated 1579 on the expansion of square roots, the basic theory was essentially founded by J. Wallis in 1695.

with convergents:

k	0	1	2	3	4	5	6
A_k	0	1	8	57	122	301	5239
B_k	1	4	33	235	503	1241	21600

(2)

We know that the convergents in (2) coincide with the best (II kind) rational approximations[3] of r. However, their denominators are not suitable for a calendar, with the notable exception of $B_1 = 4$ which corresponds to the Julian Calendar ($A_1 = 1$ leap year every $B_1 = 4$), and obviously there is no practical rule to distribute $A_6 = 5239$ leap years in a period of 216 centuries. So we are lead to find a rule with a cycle of few centuries, that is 300, 400, or 500 years.

2.1 The Ostrowski representation

Given the expansion (1, 2) of $r = \frac{5239}{21600}$, the integer 300, 400, and 500 have a unique Ostrowski representation as inner products

$$\begin{aligned} 300 &= (0, 8, 1, 1) \,|\, v \\ 400 &= (0, 0, 5, 1) \,|\, v \\ 500 &= (1, 0, 8, 1) \,|\, v \end{aligned} \tag{3}$$

with the vector $v = (1, 4, 33, 235)$ of the B_k's less that 300, 400, or 500 (Rockett & Szüsz, 1994). The best weight in (3) are those of 400, because only two of them are different from zero and moreover involve higher order convergents only. Given r, from the point of view of the calendar, a 400 years rule is more convenient than a 300 or 500 years rule. Actually, we have

$$400 = 0 \cdot B_0 + 0 \cdot B_1 + 5 \cdot B_2 + 1 \cdot B_3 = 5 \cdot 33 + 235$$

[3] The convergents of the continued fraction expansion of a real number $\alpha > 0$ coincide with the best rational approximations of II kind of α with some trivial exceptions concerning the first convergent (Hardy & Wright, 1954). For the sake of completeness, we recall that an irreducible fraction a/b with $a \geq 0$, $b \geq 1$ is a *best approximation* (of the II kind) of a real number $\alpha > 0$ if, for all other fractions c/d with $c \geq 0$, $1 \leq d \leq b$ and $c/d \neq a/b$, we have $|d\alpha - c| > |b\alpha - a|$.

and correspondently

$$0 \cdot A_0 + 0 \cdot A_1 + 5 \cdot A_2 + 1 \cdot A_3 = 5 \cdot 8 + 57 = 97$$

Therefore we have found a "good" fraction, namely

$$\frac{5 \cdot A_2 + 1 \cdot A_3}{5 \cdot B_2 + B_3} = \frac{5 \cdot 8 + 57}{5 \cdot 33 + 235} = \frac{97}{400}$$

such that:

$$\frac{8}{33} < \frac{97}{400} < \frac{5239}{21600} < \frac{57}{235}$$

Therefore $\frac{97}{400}$ is an approximation (at least of the I kind) of $r = \frac{5239}{21600}$ better than $A_2/B_2 = \frac{8}{33}$, even if worse than $A_3/B_3 = \frac{57}{235}$.

It's important to remark that the same procedure leads us to the same fraction $\frac{97}{400}$ if we assume the value of the year $365^d\, 5^h\, 49'\, 20''$ attributed to the Commission by Lagrange, for which:

$$r = \frac{131}{540} = [0, 4, 8, 5, 3]$$

In fact, in this case the first four convergents of r are $0, \frac{1}{4}, \frac{8}{33}$, and $\frac{41}{169}$, and still we have:

$$\frac{7 \cdot A_2 + 1 \cdot A_3}{7 \cdot B_2 + B_3} = \frac{7 \cdot 8 + 41}{7 \cdot 33 + 169} = \frac{97}{400}$$

2.2 97/400 without continued fractions

As far as we know, the present conjecture about the origin of $\frac{97}{400}$ is untitled. To support our explanation, we need to answer the following two questions:

A. How the Commission would have derived the convergents $\frac{8}{33}$ and $\frac{57}{235}$ without the theory of continued fractions?

B. How had the scientists of XVI century become familiar with the methods of the "Ostrowski" interpolation?

The answer to A is easy. First, we are looking for best rational approximations, not for convergents. Computing the best rational approximations

of a given rational number (with relatively low denominators) is a very simple task, essentially equivalent to Euclid's algorithm, and requires only a trivial computation.

In fact, let's consider $r = \frac{5239}{21600}$ and look for its best rational approximations p/q, with q less or equal some practical upper bound $q_{\max}$. We can table in a first column the denominators q, the row index; in a second column the multiples qr; in a third column we round them to the nearest integer; in a fourth column we table the absolute values of the differences of second column minus the third; let q^* be the index of the row having the lowest value in the fourth column, and let p^* be the integer in q^*-th row, third column. Then p^*/q^* is a best approximation.[4]

We expressed the rule in words to outline the very simple arithmetic. In formulas we have:

$$\begin{cases} q^* = \operatorname{argmin}_{1\le q\le q_{\max}} |\, qr - \operatorname{round}(qr)\,| \\ p^* = \operatorname{round}(q^* r) \end{cases}$$

Table 1 shows the computation needed to check that $\frac{1}{4}$, $\frac{8}{33}$ and $\frac{57}{235}$ are best II kind approximation of $r = \frac{5239}{21600} = 0.242546$ days, that is $r = 5^h 49' 16''$. This computation could have been easily performed by hand in the XVI century, using mixed notation, just by trivial repeated additions and visual inspections to find the three lowest values of $|qr - p|$ (indicated by arrows). The pertinent results are $p/q = \frac{1}{4}, \frac{8}{33}, \frac{57}{235}$.

To answer B, we recall an inequality which was familiar to eastern calendarists since the time of He Chengtian (active in the IV–V centuries), who used it to interpolate the observed values of the synodic month and the tropical year in order to design a solar–lunar calendar (Martzloff, 2006; Ji–Huan He, 2004). Let a, b, c, d be positive integers such that $a/b < c/d$. Then for any pair (m, n) of positive integers we have:

$$\frac{a}{b} < \frac{ma + nc}{mb + nd} < \frac{c}{d} \tag{4}$$

[4] This is the main point in the proof of the classical theorem stating that a convergent of a continued fraction α is, with few trivial exceptions, a best rational approximation of the II kind (Hardy & Wright, 1954). We want to emphasise that for a *given rational* α, we don't need a general *theorem* from continued fractions theory to find the best rational approximation of α: the *technique* is enough, and it's just a matter of easy computations.

Table 1

q	qr	p	$\lvert qr-p\rvert$
1	$5^h49'16''$	0^d	$5^h49'16''$
2	$11^h38'32''$	0^d	$11^h38'32''$
3	$17^h27'48''$	1^d	$6^h32'12''$
$\longrightarrow$ **4**	$23^h17'\ 4''$	$\mathbf{1}^d$	$0^h42'56''$
...	...	...	...
32	$7^d18^h16'32''$	8^d	$5^h43'28''$
$\longrightarrow$ **33**	$8^d\ 0^h\ 5'48''$	$\mathbf{8}^d$	$0^h\ 5'48''$
34	$8^d\ 5^h55'\ 4''$	8^d	$5^h55'\ 4''$
...	...	...	...
234	$56^d18^h\ 8'24''$	57^d	$5^h51'36''$
$\longrightarrow$ **235**	$56^d23^h57'40''$	$\mathbf{57}^d$	$0^h\ 2'20''$
236	$57^d\ 5^h46'56''$	57^d	$5^h46'56''$
...	...	...	...

In China (4) was called "harmonization of the divisor of the days" (Martzloff, 2006, p. 281), an obvious reference to calendars. In western mathematics, (4) is usually associated to the name of Nicolas Chuquet (1445–1488), who used it to solve numerically some kinds of equations. Although his treatise *Triparty en la science des nombres* had not been printed until 1880, anyway inequality (4) is so trivial that we see no reason to suppose that it was a familiar tool also to the expert mathematicians of the Gregorian reform. Actually, from the best approximations $\frac{8}{33}$ and $\frac{57}{235}$, founded using simple arithmetic, it would be easy, by trial and error, to find suitable weights 5 and 1 giving the desired denominator $5 \cdot 33 + 235 = 400$ and the corresponding numerator $5 \cdot 8 + 57 = 97$.

3 On the classical measures of the year length

The length of the tropical year is a fundamental experimental parameter of the mathematical theory of any solar calendar. We have assumed here that the Gregorian calendar adopted the value of the Alphonsine Tables

and we have shown how the "mysterious" leap year fraction $\frac{97}{400}$ should have been derived from that value. It is possible that other experimental values would have produced a different leap year rule. Therefore, for the sake of completeness, we shall briefly recall some facts about the classical technology used to estimate the year length. The oldest "scientific" reference is probably the lost book of Hipparchus *On the Length of the Year*, quoted by Ptolomy in his *Almagest*. The year length was computed as a mean value. Knowing the time (day and hour) of a solstice or resp. an equinox of year n_1 and the time (day and hour) of the solstice or resp. the equinox of the same kind of year n_2, the Greeks obtained the year length dividing the time elapsed between the two events, evaluated in solar days and hours, by the number $n_2 - n_1$ of years. Usually, $n_2 - n_1$ was of order of few hundreds. This way Hipparchus got the value of $365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{300}$ quoted also by Clavius. This value was confirmed by Ptolomy. Therefore the problem is moved to the technology of the determination of the precise instant of a solstice, or, being more accurate, of an equinox. Again from the *Almagest* we know that the instruments used by the Greeks were essentially the same as in the following centuries, up to the age of Copernicus and Tycho Brahe: the mural quadrant and the armillae, solsticial and equinoxial. The french translation of the *Almagest* contains some interesting picture of these old instruments, as described by Ptolomy (Halma, 1813). However, the details of the pertinent Greek technology is essentially unknown: on this point we quote again Delambre:

> Ptolémée en rapportant les équinoxes observés aux armilles, ne dit point par qui elles ont éré placées : il n'en donne pas les dimensions; il dit seulement que la plus ancienne était aussi la plus grande; il pense mème qu'à la longue elle a pu ou se fausser ou se déranger de la position qu'on avait voulu lui donner. Il ne dit pas comment on les avait placées dans le plan de l'équateur, ce qui suppose une méridienne bien tracée, et la hauteur de l'équateur déterminée précedémment par les ombres solsticiales du gnomon; car on ne connaissait alors aucun autre instrument, et le silence de Ptolémée sur ces deux points fondamentaux de l'Astronomie, est tout–á–fait inexplicable.
> (Delambre, 1817, p. 86)

Actually, a better knowledge of the Greek unknown technology would help very much also to understand the mathematical aspect of the Gregorian calendar.

References

Clavius C., 1588 — *Novi Calendarii romani apologia*, apud Sanctium & Soc., Roma.

Coppel W.A., 2009 — *Number Theory, An Introduction to Mathematics*, 2nd ed., Springer, Dordrecht Heidelberg London New York,.

Delambre J.–B.–J., 1817 — *Histoire de l'astronomie ancienne*, Courcier, Paris.

Dutka J., 1988 — On the Gregorian revision of the Julian calendar, *Math. Intelligencer*, 10, pp. 56–64.

Euler L. 1797 — *Introductio in analysin infinitorum*, Vol. I, Ch. XVIII, Bernuset Delamollière Falque & Soc., Lyon.

Halma H., 1813 — *Composition Mathématique de Claude Ptollémée*, par H. Halma, et suivi del notes de M. Delambre, Vol. I, Henri Grand, Paris.

Hardy G.H. & Wright E.M., 1954 — *An Introduction to the Theory of Numbers*, 3rd ed., Cambridge University Press, London.

Ji–Huan He, 2004 — He Chengtian's inequality and its applications, *Appl. Math. Comput.*, 151(3), pp. 887–891.

Khinchin A.Ya., 1964 — *Continued Fractions*, The University of Chicago Press, Chicago.

Euler L., 1774 — *Elémens d'algèbre traduits de l'allemand, avec des notes et des additions* [of Joseph–Louis Lagrange], Vol. II, Lyon, Bruyset.

Martzloff J.–C., 2006 — *A History of Chinese Mathematics*, Springer–Verlag, Berlin Heidelberg.

Meeus J. & Savoie D., 1992 — The history of the tropical year, *J. Br. Astron. Assoc.*, 102(1), pp. 40–42.

Narrien J., 1833 — *Origin and Progress of Astronomy*, Baldwin & Cradock, London.

McNally D., 1983 — The First 400 Years of the Gregorian Calendar, *Irish Astr. J.*, 16(1), pp. 17–22.

Oriani B., 1785 — De usu fractionum continuarum ad inveniendos ciclos calendarii novi & veteris, *Ephem. Astron. Anni 1786*, Mediolani, pp. 132–154.

Rickey V.F., 1985 — Mathematics of the Gregorian calendar, *Math. Intelligencer*, 7, pp. 53–56.

Rockett A.M. & Szüsz P., 1994 — *Continued fractions*, World Scientific, Singapore.

Swerdlow N., 1974 — The origin of the Gregorian civil calendar, *J. Hist. Astron.*, 5, pp. 48–49.

Zoboli P., 1877 — Del Calendario in Generale e in particolare del *Calendarium perpetuum* del Signor Kesselmeyer, *Annuario della Società dei Naturalisti in Modena*, Ser. II, 4, pp. 276–324.

Relazione sulle attività svolte dalla Società nel 2010

Anche nel corso del 2010 la Società dei Naturalisti e Matematici di Modena ha promosso e organizzato varie attività volte a perseguire gli scopi che sono alla base dello Statuto della Società con particolare attenzione alle iniziative di carattere scientifico, di divulgazione delle scienze, sociale e di promozione della Società.

La parte più strettamente scientifica si è concretizzata nella pubblicazione del presente volume (CXLI) della rivista "Atti", riconosciuta dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali quale pubblicazione periodica di elevato valore culturale e attualmente scambiata con oltre 170 riviste scientifiche sia nazionali che internazionali.

Nell'ambito delle attività culturali e di divulgazione delle scienze, molto importante e fruttuosa è stata la collaborazione con l'Accademia di Scienze Lettere ed Arti di Modena che ha permesso la realizzazione di conferenze e attività seminariali di alto spessore culturale. L'auspicio è che questa collaborazione si rafforzi e continui in futuro anche per il consenso dimostrato dalle istituzioni locali e la conseguente visibilità della Società dei Naturalisti e Matematici nei confronti del territorio.

La partecipazione a manifestazioni quali quelle di LIBRI-A-MODENA e quelle delle esposizioni internazionali di ENTOMODENA hanno ulteriormente aperto la Società al territorio ed hanno permesso di stringere e rafforzare relazioni e collaborazioni con editori e associazioni culturali non solo di Modena ma anche di altre città.

Tutte le attività sociali e culturali di tipo escursionistico hanno confermato di essere gradite e importanti anche per il ruolo che rivestono nell'aggregazione dei Soci. La tradizionale "Festa di Inizio Estate" ha visto la partecipazione di una settantina di soci mentre le escursioni/gite hanno visto la costante partecipazione di una trentina di soci per ogni iniziativa.

Oltre alla realizzazione del video sul tema EVOLUZIONE e del CD multimediale contenente le versioni .pdf di tutto il materiale esposto nella mostra dedicata a Darwin, nel 2010 la Società ha realizzato il CD contenente la scan-

sione dei volumi 97-131 relativi agli anni 1966-2000 della rivista ATTI, continuando il progetto di trasferire su supporto digitale tutti i volumi della rivista. Il progetto ha l'obiettivo primario di salvaguardare il patrimonio storico-culturale-scientifico di cui è depositaria la rivista e con quest'ultimo CD sono disponibile in formato elettronico i primi 131 volumi della rivista (anni 1866-2000), permettendone una facile consultazione ed una più ampia divulgazione.

Rendiconto Economico e Finanziario anno 2010

(approvato dall'Assemblea Generale dei Soci il 29 aprile 2011)

Rendiconto Economico e Finanziario anno 2010

ENTRATE (€)

Residuo 2009	44107,25
Quote Sociali	5911,00
Offerte	3954,00
Interessi da Patrimonio	678,99
Interessi Ccb	11,44
Interessi Ccp	7,61
Convenzione Università MO-RE	8596,00
Contributo Ministero Beni Culturali	2218,19
Contributo FCR MO per Mostra Darwin	24639,39
Contributo Dip. Biologia per Mostra Darwin	500,00
Contributo FCR MO per "Archiviamo"	3200,00
Contributo FCR MO per 5° CD "Atti"	5000,00
Contributo Attività Sociali	8511,00
Rimborso Titoli	28000,00
Totale (€)	**135334,87**

Entrate nell'anno: 135334,87 – 44107,25 = 91227,62

Rendiconto Economico e Finanziario anno 2010

USCITE (€)

Iscrizioni Ordine Giornalisti, USPI, USCM	306,10
Spese postali	27,59
Cancelleria e materiale tecnico	186,40
Francobolli	2458,71
Assicurazione	670,00
Competenze Ccb	256,26
Competenze Ccp	158,28
Attività sociali	9351,61
Acquisto titoli	69502,45
Iniziative culturali (Conferenze Accademia S.L.A.)	2250,00
Stampa vol. 140 “Atti” + Supplemento	12480,00
Mostra Darwin	10386,53
Iniziativa “Libri-Amo” (Modena e Sassuolo)	104,00
Iniziativa “Archiviamo”	3200,00
5° CD “Atti”	12690,10
Totale (€)	**124028,03**

Bilancio: 135334,87 – 124028,03 = 11306,84

Bilancio annuale: 91227,62 –124028,03 = – 32800,41

Bilancio di Previsione per l'anno 2011

(approvato dall'Assemblea Generale dei Soci il 10 dicembre 2010)

Entrate (€)	
Avanzo di gestione	7000,00
Contributi attività sociali	6000,00
Quote sociali	6000,00
Rendita titoli	2000,00
Contributi da enti*	2000,00
Convenzione Università MO-RE*	8000,00
Totale	**31000,00**

** Queste entrate sono state indicate solo sulla base di quanto avvenuto nel passato non potendo in alcun modo preventivarne l'entità*

Uscite (€)	
Attività culturali	6000,00
Attività sociali	9000,00
Stampa vol. 141 (2010) degli Atti	9000,00
Spese postali	2500,00
Servizi bancari e postali	500,00
Cancelleria	2000,00
Spese di gestione	1000,00
Assicurazione	700,00
Iscrizione Ordine Giornalisti, USPI, USCM	300,00
Totale	**35000,00**

Elenco Soci anno 2010

1981. ACCORSI Prof.ssa Carla Alberta, via Marco Emilio Lepido 62, 40132 Bologna

1963. ALBASINI Prof. Albano, lungadige Matteotti 15, 37126 Verona

2003. ALDROVANDI Dott.ssa Elena, via Mameli 16, 41037 Mirandola (MO)

1994. ANDREOLI Sig. Giovanni, via Fonda 111, 41053 Maranello (MO)

2005. ANGELONE Sig. Giovanni, Dip. di Fisica, Università di Modena e Reggio Emilia

2009. ANGIOLLI Sig. Giancarlo, via Lagrange 9, 41126 Modena

1988. ANSALONI Dott. Ivano, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

1994. BACCHILEGA Sig.ra Diana, via Segantini 60, 41124 Modena

1982. BAGNI Dott. Giuseppe, via Caravaggio 19/2, 41124 Modena

1983. BALBONI Dott. Sergio, c.so Libertà 8, 41029 Sestola (MO)

2005. BALESTRAZZI Dott.ssa Brunella, via Monfalcone 7, 41125 Modena

2009. BALOCCHI Dott. Paolo, via Stringa 55, 41124 Modena

1990. BANFI Dott. Roberto, via Rainusso 130, 41124 Modena

1956. BARACCHI Prof. Pier Paolo, via del Sagittario 19 trav. G, 41126 Modena

1968. BARALDI Dott. Fulvio, via Bandiera 33, 46100 Mantova

1970. BARALDI Prof. Pietro, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

2007. BARBARINI Prof.ssa Elisetta, via Emilia Est 133, 41121 Modena.

1997. BARBIERI Dott.ssa Giovanna, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

1994. BARBIERI Dott.ssa Maria Adelaide, piazza Matteotti 30, 41121 Modena

1993. BARLOCCO Prof.ssa Daniela, Dip. di Scienze Farmaceutiche "Pietro Pratesi", Università di Milano, via Mangiagalli 25, 20133 Milano

1989. BARONI Prof.ssa Roberta, via Leopardi 13, 41043 Casinalbo (MO)

1974. BAROZZI Dott. Giancarlo, via dell'Artigianato 15, 41018 San Cesario s/P. (MO)

2009. BARTOLOTTI Sig.ra Gabriella, via Donati 95, 41122 Modena

1990. BASCHIERI Sig. Leonardo, via Boccaletti 15, 41012 Carpi (MO)

2000. BATTISTUZZI Dott. Gianantonio, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

1979. BEDINI Sig. Giorgio, via Ascani 94, 41126 Modena

2006. BELLEI Sig.ra Kinda, via Puccini 21, 41049 Sassuolo (MO)

1976. BELLEI Dott.ssa Silvia, via Marzabotto 116, 41125 Modena

1974. BELLESIA Prof. Franco, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

2008. BELLINI Dott.ssa Alessia, via del Perugino 65, 41125 Modena

1979. BENASSI M.llo Mario, via Curie 9, 41126 Modena

1974. BENASSI Prof. Rois, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

1999. BENATTI Prof.ssa Rosarita, v.le Gramsci 372, 41122 Modena
1986. BENEDUSI Dott. Alessandro, via Roma 14, 41037 Mirandola (MO)
1986. BENVENUTI Dott.ssa Stefania, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1956. BERNABEI Prof.ssa Maria Teresa, via dei Bononcini 85, 41124 Modena
1982. BERNARDI Prof. Roberto, via Sigonio 92, 41124 Modena
1983. BERTACCHINI Dott.ssa Milena, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2001. BERTELLI Dott. Davide, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1996. BERTOLANI Prof. Roberto, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1993. BETTELLI Prof. Giuseppe, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
1976. BIANCHI Prof. Alberto, str. Zarotto 1, 43123 Parma
2009. BIANCHI Dott. Mario, via Baraldi 51, 41124 Modena
2000. BIBLIOTECA SCIENTIFICA INTERDIPARTIMENTALE (BSI), Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/c , 41125 Modena
1997. BINI Dott.ssa Anna Maria, via per Vignola 136, 41053 Maranello (MO)
2009. BISANTI Dott. Matteo, via Monte Grappa 50, 41121 Modena
1974. BOGGIA Dott. Giorgio, via Montesole 16, 41053 Maranello (MO)
1994. BONACCORSI Dott. Primo, via Risorgimento 23, 41040 Spezzano (MO)
1992. BONACINI Dott. Pierpaolo, via Toti 77, 41125 Modena
1990. BONATTI Prof.ssa Piera, v.le Verdi 106, 41121 Modena
1965. BONAZZI Prof. Ugo, v.le Crispi 10, 41121 Modena
2001. BORGATTI Dott.ssa Lisa, via Tamburini 130, 41124 Modena
2007. BORGONGINO Sig. Michele, via Tortona 35, 80045 Pompei (NA)
2000. BORSARI Dott. Marco, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1992. BORTOLANI Dott.ssa Caterina, rua Pioppa 94, 41121 Modena
2009. BORTOLI Sig.ra Chiara, via Canaletto 710/5, 41122 Modena
1998. BOSI Dott.ssa Giovanna, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
2008. BRAGA Dott.ssa Maura, via Brunatti 22, 41037 Mirandola (MO)
2009. BRANDOLI Dott.ssa Maria Teresa, via degli Schiocchi 71, 41125 Modena
1998. BRUNACCI Col. Luigi, via Baden-Powell 1, 41126 Modena
2009. BRUNI Sig. Ermanno, via Bologna 6, 41015 Nonantola (MO)
2005. BUCCIARELLI Prof.ssa Maria, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2001. BULDRINI Dott. Fabrizio, via Piero della Francesca 71/1, 41124 Modena
1992. BULGARELLI Dott.ssa Elisabetta, v.le Indipendenza 58, 41122 Modena
1997. BURANI Dott. Aldo, via Nardi 8, 41121 Modena
1997. BURSI Arch. Lucia, via Crociale 33, 41053 Maranello (MO)

1998. C.A.I. – Sez. di Modena, via IV Novembre 40/c, 41123 Modena
2009. CAIUMI Dott.ssa Loredana, via Cividale 181, 41125 Modena
1996. CALANDRA Prof. Sebastiano, Dip. di Scienze Biomediche – Sez. Patologia Generale, Università di Modena e Reggio Emilia
1956. CAMERONI Prof. Riccardo, via dei Bononcini 85, 41124 Modena
1975. CAMPI Dott.ssa Luisa, c.so Adriano 9, 41121 Modena
2001. CAMPISI Dott. Alessio, via Pinturicchio 20, 42124 Reggio Emilia
1990. CAPITANI Dott. Marco, via Milano 286, 41058 Vignola (MO)
1973. CARDACI Dott. Giuseppe, via San Lazzaro 1/a, 46100 Mantova
2003. CARDARELLI Prof. Andrea, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2005. CASELLI Prof.ssa Monica, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1996. CASSAI Dott.ssa Carlotta, via Guarini 4, 41124 Modena
1980. CASTALDINI Prof. Doriano, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
1989. CATTELANI Prof.ssa Franca, Dip. di Matematica Pura e Applicata, Università di Modena e Reggio Emilia
2003. CAVALLINI Dott. Fabrizio, via della Partecipanza 77, 41015 Nonantola (MO)
2002. CAVAZZUTI Sig.ra Margherita, via Puccini 94, 41121 Modena
2000. CAVEDONI Sig.ra Franca, via Allegretti 43, 41125 Modena
1967. CECCHI Prof. Rodolfo, Dip. di Scienze dell'Ingegneria – Osservatorio Geofisico, Università di Modena e Reggio Emilia
1990. CERCHIARI Dott. Claudio, via Pratomavore 8/1, 41058 Vignola (MO)
1973. CERVI Arch. Giuliano, via Frank 11/a, 42122 Reggio Emilia
2009. CHAMSI BACHA Sig.na Nura, via Giardini 207, 41124 Modena
1967. CHIESSI Dott. Eugenio, via Togliatti 52, 42122 Reggio Emilia
1993. CHINCA Prof.ssa Gabriella, via Polo 19, 41050 Montale Rangone (MO)
1959. CIGARINI BERTOCCHI Dott.ssa Tiziana, via Gaddi 40, 41124 Modena
1973. COLTELLACCI Sig. Marco Maria, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
1973. COPPI Prof. Gilberto, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
2002. COPPI Sig.ra Giovanna, v.le Newton 35, 41126 Modena
2002. COPPI Sig.ra Lucia, via Gadaldino 3, 41124 Modena
1987. CORATZA Dott. Carlo, via Campania 6, 42123 Reggio Emilia
2000. CORATZA Dott.ssa Paola, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. CORRADINI Dott.ssa Elena, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1993. CORRADINI Ing. Brenno, via Keplero 9/2, 41126 Modena
1967. CORRADINI Prof. Domenico, piazza Martiri 36, 41049 Sassuolo (MO)

1990. CORSINOTTI Dott. Paolo, via Franklin 52, 41124 Modena
1993. COSCI Dott. Ferruccio, Ca' del Pella 8, 41047 Piandelagotti (MO)
1987. COSTANTINO Prof. Luca, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1990. COSTI Dott.ssa Maria Paola, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
2007. C.R.A. – Unità di Ricerca per la Suinicoltura, via Beccastecca 345, 41018 San Cesario sul Panaro (MO)
2003. CRAMAROSSA Prof.ssa Maria Rita, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. CUOGHI Dott.ssa Barbara, via Tagliazucchi 46, 41121 Modena
2006. CUOGHI Sig. Gianluca, via Romano 15/F, 41043 Formigine (MO)
2009. CURTI Sig.ra Maria, via Goldoni 49, 41049 Sassuolo (MO)

2003. DALLAGLIO Sig.ra Mariella, via Avanzini 17, 41126 Modena
1990. DALLAI Dott. Daniele, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. DALLARI Prof.ssa Giovanna, str. Campogalliano Lesignana 166, 41123 Modena
2009. DALL'ARNO Sig.na Chiara, via Giuliano da Maiano 22, 48018 Faenza (RA)
1997. DALLOLIO Sig.ra Mascia, via Panaria Bassa 84/c, 41030 Solara (MO)
2001. DAL ZOTTO Dott. Matteo, via Bellini 58, 41121 Modena
2000. DAVOLI Prof. Paolo, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. DAVOLIO Prof. Giovanni, via Portofino 58, 41125 Modena
2001. DELFINI Sig. Luciano, via Scapinelli 5, 41125 Modena
1981. DEL PENNINO Prof. Umberto, Dip. di Fisica, Università di Modena e Reggio Emilia
1993. DEL PRETE Prof. Carlo, via degli Allori 17, 56128 Tirrenia (PI)
1997. DINI Prof.ssa Paola, via Venturi 13, 41124 Modena
1905. DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA, Università di Modena e Reggio Emilia, l.go Sant'Eufemia 19, 41121 Modena
1997. DOMENICHINI Sig. Alberto, via Carmelitane Scalze 7, 41121 Modena
1995. DOMENICHINI Sig. Massimo, via D'Annunzio 20, 42123 Reggio Emilia
2007. DUCHICH Sig.ra Rosana, ARESTUD Modena, via Vignolese 671/1C, 41125 Modena

2006. FACCHETTI Sig.ra Chiara, via Tonini 115, 41126 Modena
2009. FAGHERAZZI COLÒ Sig. Filippo, via Puccini 71, 41126 Modena
1991. FANTIN Prof.ssa Anna Maria, via Pagani 50, 41124 Modena
2001. FAZZINI Dott.ssa Alessandra, via Vignolese 565, 41125 Modena
1976. FERIOLI Prof.ssa Valeria, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
2002. FERRARI Ing. Gianni, via Valdrighi 135, 41124 Modena

1974. FERRARI Dott. Massimo, v.le Gramsci 285, 41122 Modena
1994. FERRARI Sig.ra Monica, via Borsara 11, 41030 Bastiglia (MO)
2008. FERRARI Dott.ssa Patrizia, l.go Nobel 145, 41126 Modena
2009. FERRARI Sig. Renzo, via Tre Olmi 109, 41123 Modena
1996. FERRI Dott. Mauro, via San Remo 140, 41125 Modena
1990. FIANDRI Dott. Filiberto, via Giardini 10, 41124 Modena
2007. FIOCCHI Prof.ssa Cristina, rua del Muro 80, 41121 Modena
1997. FIORI Prof.ssa Carla, Dip. di Matematica Pura ed Applicata, Università di Modena e Reggio Emilia
1986. FIORONI Dott.ssa Chiara, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. FLORENZANO Dott.ssa Assunta, v.le Monastero 141, 85040 Rivello (PZ)
1970. FONDELLI Prof. Mario, via Nardi 50, 50132 Firenze
1976. FONTANA Prof. Armeno, via Curie 8, 41126 Modena
1976. FONTANA Prof.ssa Daniela, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
1999. FONTANESI Prof. Claudio, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. FORESTI Sig.ra Alessandra, via Cavazza 50/2, 41124 Modena
1998. FORNI Prof. Arrigo, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. FORTI Dott. Luca, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1996. FRANCHINI Prof. Antonio, via Tura 31, 41125 Modena
1976. FRANCHINI Prof. Giancarlo, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. FRANCHINI Dott.ssa Silvia, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1976. FRANCHINI Prof. Walter, via Costa 51, 41027 Pievepelago (MO)
1974. FRATELLO Prof. Bernardo, v.le Vittorio Veneto 59, 41124 Modena
1993. FREGNI Dott.ssa Elena, v.le Barozzi 264/1, 41124 Modena
1974. FREGNI Prof.ssa Paola, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2004. FRIGIERI ADANI Sig.ra Marta, via Venturi 70, 41124 Modena

2001. GALLI Dott.ssa Elisabetta, Dip. di Scienze Ginecologiche Ostetriche, Pediatriche – Sez. di Pediatria, Università di Modena e Reggio Emilia
1983. GALLI Prof. Maurizio, v.le Vittorio Veneto 290, 41058 Vignola (MO)
2009. GAMBARELLI Dott. Andrea, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1998. GANASSI Dott.ssa Sonia, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. GARUTI Sig. Giancarlo, via Ruffini 92/1, 41124 Modena
1972. GARUTI Prof. Giorgio, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
1998. GASPARINI Dott.ssa Elisabetta, via Bulgarelli 33, 41012 Carpi (MO)

1999. GASPARINI Dott. Giorgio, via San Martino 4, 41030 Bastiglia (MO)
1994. GASPARINI Prof.ssa Mirca, via Morgagni 15/2, 41124 Modena
1965. GASPERI Prof. Gianfranco, via San Zeno 10/1, 41050 Montale Rangone (MO)
2009. GATTI Dott. Enrico, via 2 Giugno 3, 41011 Campogalliano (MO)
2009. GHELFI Sig. Luca, via Pisacane 29, 41012 Carpi (MO)
2010. GHINOI Dott. Alessandro, via Bertolda 3, 41121 Modena
1999. GIGANTE Dott. Massimo, via Cascino 8, 42122 Reggio Emilia
1976. GIUSTI Dott. Arrigo, via Cesari 18, 42019 Scandiano (RE)
1974. GNOLI Prof. Maurizio Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2004. GOVI Sig. Renato, via Lagrange 10, 41126 Modena
2007. GOZZI Dott.ssa Franca, via Bastiglia 14, 41052 Campogalliano (MO)
2008. GRANDI Sig. Mauro, v.le Monte Kosica 11, 41121 Modena
1999. GRANDI Prof. Romano, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2000. GRANI Dott.ssa Paola, via Refice 9, 41049 Sassuolo (MO)
1992. GRAZIOSI Prof. Gianni, via Foscolo 136, 41058 Vignola (MO)
2004. GRIMAUDO Dott.ssa Maddalena, via Sibelius 7, 41122 Modena
1997. GRUPPO CULTURALE "AL PALESI", piazza Carducci 9, 41058 Vignola (MO)
2006. GRUPPO MODENESE SCIENZE NATURALI, via Barchetta 240, 41123 Modena
1996. GRUPPO NATURALISTICO MODENESE c/o Polisportiva San Faustino, via Wiligelmo 72, 41124 Modena
2002. GRUPPO R616 c/o Pietro Rompianesi, via Camaiore 107, 41125 Modena
2002. GUAITOLI Sig. Gianluca, via Sauro 28, 41121 Modena
2009. GUALTIERI Prof. Alessandro, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia.
1995. GUANDALINI Arch. Emilio, v.le Menotti 80, 41121 Modena
2008. GUARDASONI Sig.ra Giovanna, v.le Menotti 114, 41121 Modena
2003. GUBERTINI Dott.ssa Arianna, via Giardini 502, 41028 Serramazzoni (MO)
1997. GUERRIERI Sig.ra Elisa, via San Giacomo 24, 41121 Modena
2009. GUERZONI Dott.ssa Margherita, via San Zeno 43, 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
2009. GUERZONI Prof. Pietro, via Soliani 19, 41121 Modena
2004. GUIDETTI Dott. Roberto, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

1990. IANNUCCELLI Dott.ssa Valentina, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1993. IMPERIALE Dott. Aldo, via Della Cella 89, 41124 Modena
2008. INVERNIZZI Prof. Sergio, Dip. di Scienze della Vita, Università di Trieste, Via Giorgieri 10, 34127 Trieste
2009. IORI Dott.ssa Enrica, via Ferrovia 33, 42013 Veggia di Casalgrande (RE)
1995. IOTTI Sig. Mirco, via Belloni 10, 42025 Cavriago (RE)

2002. KRUTA Dott.ssa Isabella, via Giordano 11, 41050 Montale Rangone (MO)

1998. LANCELLOTTI Dott.ssa Emanuela, via Nardi 8, 41121 Modena
1990. LENZI Dott. Giuseppe, via Roma 14, 53100 Siena
1997. LEO Prof.ssa Eliana Grazia, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. LEONARDI Prof.ssa Brunella, v.le Taormina 17/c, 41049 Sassuolo (MO)
1976. LEURATTI Dott. Enrico, via Ronchetti 1358, 41038 San Felice sul Panaro (MO)
2000. LIBERTINI Prof.ssa Emanuela, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1996. LODESANI Sig. Umberto, via Tasso 57, 41049 Sassuolo (MO)
1998. LOMBROSO Dott. Luca, Dip. di Scienze dell'Ingegneria – Osservatorio Geofisico, Università di Modena e Reggio Emilia
2010. LORICI Dott. Gianni, via Bocchetti 1, 41015 Castelnuovo Rangone (MO)
2009. LOSI Sig. Franco, via Etna 17, 41012 Carpi (MO)
2001. LUGLI Prof. Mario Umberto, rua del Muro 88, 41121 Modena
2006. LUPPOLINI Dott. Alex, via Mandrio 2, 42015 Correggio (RE)
2001. LUZZARA Dott. Mirko, via Confalonieri 45, 41125 Modena

1990. MACCAFERRI Dott. Alessandro, v.le Montegrappa 78, 41121 Modena
2004. MAFFETTONE Dott. Luigi, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. MALAGUTI Dott.ssa Lorella, via Guercino 13, 41034 Finale Emilia (MO)
2007. MALMUSI Sig. Mauro, via Albareto 222/8, 41122 Albareto (MO)
1998. MANDRIOLI Dott. Mauro, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
2004. MANFREDI Dott.ssa Giovanna, via Guagnellina 1/a, 41037 Mirandola (MO)
1996. MANICARDI Dott. Giancarlo, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
2002. MANTOVANI Sig.ra Gabriella, via Biondo 2, 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
1996. MANZINI Sig.ra Eleonora, via Vaciglio Sud 1155, 41010 Vaciglio (MO)
1973. MANZINI Dott.ssa Maria Luisa, p.le Risorgimento 57, 41124 Modena
1993. MARAMALDO Dott.ssa Rita, Musei Anatomici, Università di Modena e Reggio Emilia
1998. MARANI Sig. Federico, via Lenin 40, 41012 Carpi (MO)
2004. MARCHETTI Prof. Andrea, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1970. MARI Prof.ssa Marisa, via Sauro 35, 41121 Modena
1996. MARINI Prof.ssa Milena, via Baden Powell 1, 41126 Modena
1998. MARTELLI BRUNACCI Dott.ssa Rita, via Baden Powell 1, 41126 Modena
2007. MASSAMBA N'SIALA Dott.ssa Gloria, via Jacopone da Todi 46, 41123 Modena
2004. MASSAMBA N'SIALA Dott.ssa Isabella, via Jacopone da Todi 46, 41123 Modena

1995. MAURI Prof.ssa Marina, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia.

1993. MAZZANTI Prof.ssa Marta, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

1998. MAZZARELLA Dott.ssa Bianca Serena, via Pelusia 32, 41121 Modena

1964. MELEGARI Prof. Michele, via Curie 8, 41126 Modena

1997. MELETTI Dott. Eros, Dip. di Scienze Biomediche – Sez. Patologia Generale, Università di Modena e Reggio Emilia

1979. MELOTTI Prof.ssa Paola, via Catellani 22, 41121 Modena

1990. MERCURI Dott.ssa Anna Maria, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

1990. MEZZACQUI Rag. Costantino, via Giardini 10/1, 41124 Modena

2009. MINARELLI Dott. Stefano, via Costa 45, 41012 Carpi (MO)

1993. MOLA Prof.ssa Lucrezia, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

2005. MONDINI Dott. Ettore, via San Martino 37, 46010 Curtatone (MN)

1993. MONTAGUTI Sig. Bruno, via Casella Gatta 4, 41058 Vignola (MO)

1994. MONTANARI Sig. Mauro, via Santa Lucia 17, 41045 Sassuolo (MO)

2009. MONTANARI Sig. Silvano, via Grandi 68, 41122 Modena

1998. MONTORSI Sig.ra Elisabetta, via Chiesa 19/13, 41050 Montale Rangone (MO)

1986. MORDINI Dott. Luca, via Roma 145, 41027 Pievepelago (MO)

1970. MORSELLI Prof. Ivano, via San Giovanni 46, 41057 Spilamberto (MO)

1986. MUNICIPIO di REGGIO EMILIA, Direzione Civici Musei e Gallerie, via Spallanzani 1, 42121 Reggio Emilia

1990. MURANO Dott. Gennaro, via Barchetta 416 (loc. Tre Olmi), 41123 Modena

2005. MUSCATELLO Prof. Umberto, Dip. di Scienze Biomediche, Università di Modena e Reggio Emilia

2007. MUSEO CIVICO ARCHEOLOGICO ETNOLOGICO, v.le Vittorio Veneto 5, 41124 Modena.

1996. MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI FINALE EMILIA, via Trento Trieste 4, 41034 Finale Emilia (MO)

1996. MUSEO CIVICO DI VIGNOLA, piazza Selmi, 41058 Vignola (MO)

1928. MUSEO CIVICO "L. SPALLANZANI" via Spallanzani 7, 42121 Reggio Emilia

1974. NORA Dott. Eriuccio, via Anzio 70, 41125 Modena

2009. NOVARA Dott.ssa Patrizia, via Giardini 150, 41124 Modena

2007. OLMI Dott.ssa Linda, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

2009. ONGARI Sig. Mauro Vittorio, via Baluardo Partigiani 2, 28100 Novara

2005. ONESTI Ing. Nicola, via Coppi 86, 41125 Modena

1986. ORI Geom. Danilo, via Bixio 6, 42013 Casalgrande (RE)

1995. ORI Dott. Roberto, Provincia di Modena, Settore Difesa del Suolo e Tute-

la dell'Ambiente, v.le Barozzi 340, 41124 Modena

1905. ORTO BOTANICO, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

2000. OTTAVIANI Prof. Giampiero, Dip. di Fisica, Università di Modena e Reggio Emilia

2007. PACCHIAROTTI Prof.ssa Nicoletta, Dip. di Matematica Pura ed Applicata, Università di Modena e Reggio Emilia

2007. PADOVANI Sig. Luciano, str. Battaglia 123, 41122 Modena

1977. PALMIERI Dott. Daniele, via Canaletto 35, 41030 San Prospero (MO)

2000. PALYI Prof. Gyula, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

1982. PANINI Prof. Filippo, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia

1967. PANIZZA Prof. Mario, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia

1974. PANTIGLIONI Dott. Ettore, via Valsesia 17, 46100 Mantova

2008. PANZANI Dott.ssa Nicoletta, v.le della Pace 111, 41124 Modena

2000. PAPAZZONI Dott. Cesare Andrea, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia

2007. PARADISI Sig.ra Carmen, via Bonaccini 54, 41052 Campogalliano (MO)

1964. PAREA Prof. Gianclemente, via Lungolago 32, 23826 Mandello del Lario (LC)

1976. PARENTI Prof. Carlo, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia

1994. PASUTO Dott. Alessandro, IRPI – CNR, c.so Stati Uniti 4, 35127 Padova

1964. PECORARI Prof. Piergiorgio, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia.

2008. PEDERZANI Sig. Fernando, via Landoni 35, 48121 Ravenna

1995. PEDERZOLI Prof.ssa Aurora, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia

2008. PELLACANI Dott. Andrea, via degli Inventori 48, 41122 Modena

1963. PELLACANI Prof. Giancarlo, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

2004. PELLATI Dott.ssa Federica, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia

2004. PETRUCCI Dott.ssa Raffaella, via Emilia Est 305, 41121 Modena

1982. PEZZUOLI Prof.ssa Filiberta, via Sigonio 410/6, 41124 Modena

2003. PIACENTINI Dott.ssa Daniela, via Montegrappa 46, 41026 Pavullo (MO)

1997. PIAGGI Prof.ssa Vilma, via Bonacini 304/1, 41121 Modena

1997. PINETTI Prof. Adriano, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

2004. PIVA Dott.ssa Carlotta, via Giacobazzi 17, 41049 Sassuolo (MO)

1976. PLESSI Dott.ssa Maria, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia

1993. PO Dott.ssa Marilena, v.le Muratori 137, 41121 Modena

1997. PO BIANCANI Prof.ssa Maria Letizia, via Giardini 250, 41124 Modena
1986. PONZANA Dott. Luigi, via Zurlini 127, 41125 Modena
2009. POPPI Sig. Ivano, via Marenzio 52, 41121 Modena
1992. POZZI Arch. Fabio Massimo, c.so Canalchiaro 26, 41121 Modena
2000. PRATI Dott. Fabio, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1993. PREITE Dott. Francesco, via Moscati 10, 41049 Sassuolo (MO)
1974. PRETI Prof. Carlo, via Emilia Est 15/9, 42048 Rubiera (RE)
1996. PRETI Dott. G. Gaetano, via Galeno 78, 41126 Modena
1996. PREVEDELLI Prof.ssa Daniela, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. PRO NATURA VAL D'ENZA, via Carso 8, 42021 Bibbiano (RE)
2006. PULINI Dott.ssa Ilaria, Museo Civico Archeologico Etnologico di Modena, v.le Vittorio Veneto 5, 41124 Modena

1989. QUATTROCCHI Prof. Pasquale, via Firenze 31, 41126 Modena
2001. QUATTROCCHI Dott. Salvatore, Dip. di Scienze dell'Ingegneria – Osservatorio Geofisico, Università di Modena e Reggio Emilia

1993. RAIMONDI Dott. Claudio, via Indipendenza 95, 41049 Sassuolo (MO)
2009. RAIMONDI Sig. Mauro, via Bacone 33, 41126 Modena
2009. RATTIGHIERI Dott.ssa Eleonora, via Motta 140, 41012 Carpi (MO)
1996. REBECCHI Prof.ssa Lorena, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
2007. REBUCCI Sig. Franco, via Leopardi 67/1, 41123 Modena
2004. REGGIANI Dott. Alberto, via Maestra di Rubbiara 1, 41015 Nonantola (MO)
2007. REMAGGI Prof.ssa Francesca, via Mascagni 28/2, 41121 Modena
1997. RINALDI Dott.ssa Gloria, via Bardi 16, 42121 Reggio Emilia
1967. RINALDI Prof.ssa Marcella, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1958. ROMPIANESI Sig. Pietro, via Camaiore 107, 41125 Modena
2005. RONCHI Dott. Stefano, via Mosca 142, 41043 Formigine (MO)
1966. ROSSI Prof. Antonio, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
1983. ROSSI Dott. Giuliano, v.le di Mezzo 17, 46100 Mantova
2010. ROSSI Dott. Giuseppe, v.le Fabrizi 45, 41121 Modena
1996. ROTTEGLIA Prof. Antonio, via Mantegna 133, 41125 Modena
1992. ROVERSI Dott.ssa Maria Teresa, via Ascari 66, 41038 San Felice sul Panaro (MO)
1964. RUSSO Prof. Antonio, v.le Muratori 225, 41124 Modena

1993. SABATINI Prof.ssa Agnese, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1998. SALA Dott.ssa Giovanna, via Nievo 6, 41124 Modena

1996. SALA Dott. Luigi, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
2004. SALA Dott.ssa Nicoletta, via Monchio 2, 41012 Carpi (MO)
1967. SALTINI Prof. Gianfranco, c.so Adriano 9, 41121 Modena
2007. SALTINI Geom. Lucio, via Livatino 6, 41123 Cittanova (MO)
2008. SALVIOLI Dott. Paolo, v.le Menotti 114, 41121 Modena
1993. SANTI Prof. Luigi, via Matteotti 3, 41058 Vignola (MO)
1997. SANTINI Dott. Claudio, via Sant'Orsola 7, 41121 Modena
2009. SARACENO Dott. Michele, via Meloni di Quartirolo 41, 41012 Carpi (MO)
1990. SARGENTI Dott. Daniele, via Santa Croce 485, 41021 Fanano (MO)
1996. SARTO Dott.ssa Manuela, v.le Santa Chiara 5, 41049 Sassuolo (MO)
1991. SASSO Dott. Franco, via Stadio 2, 41029 Sestola (MO)
1963. SCAGLIONI Dott. Antonio, via Pietrasanta 15, 41125 Modena
2004. SCAGLIONI Dott.ssa Giulia, via Giardini Nord 9189, 41020 Serramazzoni (MO)
1998. SCAVAZZA Dott. Antonio, via Wagner 138, 41122 Modena
2010. SELMI Sig. Enrico, via Cesane 7, 41125 Modena
1975. SERAFINI Rag. Pier Luigi, via Monte Rondinara 37, 41029 Roncoscaglia (MO)
1981. SERGI Sig. Santo, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1959. SERPAGLI Prof. Enrico, v.le Monteverdi 67 B, 41049 Sassuolo (MO)
2002. SERVENTI Dott. Paolo, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2007. SETTI Dott.ssa Sara, via Villa Inferiore, 46029 Suzzara (MN)
1993. SGARBI Prof.ssa Elisabetta, Dip. di Scienze Agrarie e degli Alimenti, Università di Modena e Reggio Emilia
1963. SIGHINOLFI Prof. Giampaolo, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2007. SILINGARDI Sig. Giancarlo, via Luosi 156, 41124 Modena
2006. SIMONCELLI Dott.ssa Antinisca, v.le Asiago 10, 46100 Mantova
1996. SIMONINI Sig. Fausto, via Tavoni 13/1, 41058 Vignola (MO)
1997. SIMONINI Sig. Roberto, via Vivaldi 6/1, 41057 Spilamberto (MO)
2005. SITTA Dott. Nicola Giovanni, loc. Farnè 39, 40042 Lizzano in Belvedere (BO)
1997. SOCIETÀ REGGIANA DI SCIENZE NATURALI "C. IACCHETTI", c/o Viller Bassi, via Gramsci 109, 42024 Castelnovo di Sotto (RE)
1987. SOLDATI Prof. Mauro, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia
2009. SOLIERI Dott.ssa Marinella, via Lagrange 29, 41125 Modena
1996. SONETTI Prof. Dario, Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1970. SORAGNI Dott. Ercole, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2002. SPAGGIARI Dott. Alberto, via Gazzadi 17, 41122 Modena

1997. SPAGGIARI Prof. Marga, via Caduti sul Lavoro 16, 41049 Sassuolo (MO)
1998. STORCHI Geom. Luciano, via Bonacini 70, 41121 Modena

1970. TADDEI Prof. Ferdinando, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. TAGLIATI Rag. Tosca, via del Casone 8, 41010 Magreta (MO)
2003. TAIT Prof.ssa Annalisa, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1996. TARUGI Dott.ssa Patrizia, Dip. di Scienze Biomediche – Sez. Patologia Generale, Università di Modena e Reggio Emilia
2000. TASSI Prof. Lorenzo, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
2002. TAVERNI Dott.ssa Ivana, via Scanaroli 34/1, 41124 Modena
1983. TAZIOLI Prof. Giulio Sergio, via Ginelli 9, 60131 Ancona
2009. TEPEDINO Dott. Ciro, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1992. TERMANINI Ing. Dezio, via Monteverdi 12, 41049 Sassuolo (MO)
2005. TIOZZO Prof.ssa Roberta, Dip. di Scienze Biomediche, Università di Modena e Reggio Emilia
1974. TORRE Prof. Giovanni, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1997. TORRI Dott.ssa Paola, Orto Botanico-Dip. di Biologia, Università di Modena e Reggio Emilia
1981. TOSATTI Prof. Giovanni, Dip. di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia

1990. TREVISAN Dott.ssa Giuliana, via Giardini 378, 41124 Modena

2008. VACCARI Sig. Luciano, via Sant'Onofrio 18/3, 41043 Formigine (MO)
1972. VAMPA Prof.ssa Gabriella, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
1991. VANDELLI Prof.ssa Maria Angela, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
2000. VECCHI Dott. Fabrizio, via Isonzo 270, 41028 Serramazzoni (MO)
1963. VECCHI Dott.ssa Tiziana, via Emilia Est 18/1, 41124 Modena
2009. VENTURELLI Dott. Alberto, Dip. di Scienze Farmaceutiche, Università di Modena e Reggio Emilia
2001. VERONESI Rag. Pietro, v.le Muratori 185, 41121 Modena
2009. VIANI Sig.ra Fiorella, v.le Medaglie d'Oro 45, 41124 Modena
2007. VIOTTI Dott.ssa Giulia, via Boito 48, 41121 Modena
1975. VISCO Sig. Luigi, via Vignolese 1071/1, 41126 Modena
2002. VOLPI Sig.ra Giorgia, via Sobrero 10/1, 41126 Modena

1996. ZAMPIGHI GIROTTI Dott.ssa Giuliana, via Ganaceto 115, 41121 Modena
2008. ZANINI Sig. Mauro, via del Carretto 3, 25127 Brescia
1996. ZANNINI Prof. Paolo, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia
1968. ZAVATTI Dott. Adriano, c.so Canalgrande 90, 41121 Modena

2009. ZINI Sig.ra Silvana, via San Giovanni Bosco 78, 41121 Modena

2002. ZUCCHI Dott.ssa Claudia, Dip. di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia

1968. ZUNARELLI Prof.ssa Renata, via Soliani 10, 41124 Modena

Indice

Luca Lombroso
Annuario delle osservazioni meteoclimatiche dell'anno 2010 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena pag. 5

Antonello La Vergata
Sull'evoluzione culturale. Appunti di storia delle idee pag. 27

Roberto Bernardi
Armonie e disarmonie territoriali: luoghi e non-luoghi pag. 45

Luca Ghelfi
Francesco Petrarca geografo, tra poetica e paesaggio pag. 53

Alessandro F. Gualtieri, Carlotta Giacobbe, Massimo Tonelli, Cecilia Viti
Se Plinio avesse avuto un diffrattometro… le trasformazioni ad alta temperatura del serpentino rivelate pag. 61

Elio Passaglia, Gabriele Contini
Zeolitite italiana a chabasite nella rimozione di NH_4 da refluo naturale pag. 73

Giovanni Tosatti, Gabriele Ghirardini
Il ruolo della vegetazione sulla stabilità dei versanti: il caso del pendio sovrastante il seminario di Fiumalbo (Modena) pag. 91

Lorena Rebecchi, Roberto Guidetti, Tiziana Altiero
I tardigradi, gli ambienti estremi e i viaggi nello spazio pag. 113

Roberto Simonini
Accumuli di conchiglie suggeriscono l'esistenza di predatori terrestri del bivalve alloctono Corbicula fluminea *nel canale di Quarantoli (bassa pianura modenese)* pag. 129

Ivano Ansaloni, Francesco Grenzi, Anna Maria Manzieri, Roberto Simonini
La comunità macrozoobentonica di alcune zone umide del Modenese: IV – "Area di riequilibrio ecologico del fontanile di Montale" (comune di Castelnuovo Rangone, provincia di Modena) pag. 139

Alberto Reggiani, Stefano Caruso, Stefano Vergnani, Giovanna Curto, Massimo Bariselli
Controllo biologico di Lepidotteri carpofagi con nematodi entomopatogeni pag. 153

Giulia Viotti, Aurora Pederzoli, Roberto Guidetti
La collezione erpetologica del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia pag. 167

Aldo Imperiale
Realizzazione di siti per la nidificazione del Rondone comune (Apus apus) *sulla Torre dei Modenesi a Nonantola (Modena)* pag. 195

Paolo Serventi, Giampaolo Di Silvestro
Economia e cultura paleontologica: il caso del Marocco pag. 207

Eleonora Rattighieri, Assunta Florenzano, Anna Maria Mercuri, Sara Tiziana Levi
Una ricostruzione archeoambientale del sito di San Vincenzo, villaggio del bronzo a Stromboli pag. 219

Maria Chiara Montecchi
Polline e carboni microscopici dall'insediamento medievale di Villa del Casale di Piazza Armerina (Enna) pag. 231

Ivano Ansaloni, Marisa Mari, Luigi Sala
Iconografia naturalistica di quattro paliotti in scagliola di chiese modenesi pag. 237

Sergio Invernizzi, Giulia Brusadin
On the origin of the 97/400 leap years rule in the Gregorian calendar pag. 261

Relazione sull'attività sociale svolta nell'anno 2010 pag. 271

Rendiconto Economico e Finanziario anno 2010 pag. 273

Elenco Soci anno 2010 pag. 277

I periodici posseduti dalla Società dei Naturalisti e Matematici di Modena sono presenti nel *"Catalogo automatizzato dell'Università di Modena e Reggio Emilia"* e in Internet all'indirizzo:

www.unimo.it/cisab/catalog.htm selezionando **"il catalogo dell'Università"**

e inoltre nel *"Catalogo Nazionale dei periodici delle scienze matematiche, fisiche, informatiche e tecnologiche"*, gestito dall'Università del Salento (Lecce) e consultabile all'indirizzo:

siba2.unile.it al **"CatalogoDSM"** o **"Catalogo Nazionale dei periodici delle Scienze Matematiche"**

Il posseduto della Società è indicato in corrispondenza della Sigla MO026 che è il codice C.N.R. assegnato alla nostra Biblioteca.

Per qualsiasi informazione o problema relativi a tali collegamenti è possibile rivolgersi a: CISAB, Università di Modena e Reggio Emilia.

Istruzioni per gli autori – I contributi scientifici devono essere inviati direttamente alla Società, indirizzandoli alla sede di redazione di Largo S. Eufemia 19, 41121 Modena. L'accettazione degli articoli sarà subordinata al parere favorevole del Consiglio Direttivo e da parte dei Revisori scientifici che eventualmente proporranno all'Autore le opportune modifiche. La responsabilità scientifica dei contributi resta comunque a carico degli Autori. Le spese di stampa sono a parziale carico degli Autori o Enti Finanziatori; solo in casi particolari la rivista potrà concedere la stampa gratuita del lavoro.

Manoscritti – I lavori presentati per la pubblicazione devono essere scritti in italiano o in inglese, inviati tramite posta elettronica o su CD-R in formato ".doc" modificabile (sistema scrittura "Word" per Windows, scritto con carattere Times New Roman, spazio utile della pagina 12x18 cm), accompagnati da accluse tabelle, tavole e figure in b/n o a colori in formato ".jpg" o ".tif" (no ".pdf" o "power point").
I testi e le figure restano di proprietà della rivista. *Le espressioni latine* e i *termini stranieri* devono essere scritti in corsivo. Le sottolineature non sono ammesse.

Modello prescritto
- *Autore:* in alto a sinistra; nome e cognome (corpo 14 pt. in grassetto, in maiuscolo solo le lettere iniziali). Il Dipartimento o Ente di appartenenza, completo di indirizzo, viene riportato come nota a piè pagina.
- *Titolo:* conciso; scritto in grassetto; in maiuscolo solo la lettera iniziale (corpo 18 pt.).
- *Riassunto/Abstract:* in italiano e in inglese (corpo 10 pt.).

- *Parole chiave/Key words:* massimo 5, in italiano e in inglese (corpo 10 pt.).
- *Testo:* Le memorie di una certa lunghezza devono essere suddivise in capitoli (corpo 11 pt.).
Le *Citazioni bibliografiche* vanno inserite tra parentesi, indicando il cognome dell'Autore e l'anno di pubblicazione (es. Neri & Verdi, 2007); nel caso in cui gli Autori siano più di due, al nome del primo seguirà l'abbreviazione in corsivo *"et al."* (es. Bianchi *et al*., 2009).
Le *Tabelle* (con righe verticali ridotte a quelle essenziali), *Figure, Fotografie,* esenti da *copyright*, devono essere presentate su fogli distinti dal testo, numerate e complete di didascalie in lingua italiana o inglese, devono essere di formato uguale o proporzionale a 12x18 cm. Si consiglia di indicare con chiarezza dove si desidera siano posizionate nel testo. Nei limiti del possibile il Comitato di Redazione terrà conto dei desideri degli Autori.
- *Eventuali Ringraziamenti*
- *Bibliografia:* limitata ai soli lavori citati nel testo e redatta in ordine alfabetico d'autore secondo il seguente schema (corpo 10 pt.):
ROSSI G, (in maiuscoletto), 1998 – *Titolo* (in corsivo). In: D. Neri "Titolo del volume", pp. 321-336, Editore, Luogo di Edizione.
BIANCHI U., ROSSI G. & VERDI A. (in maiuscoletto), 2003 – *Titolo della Monografia* (in corsivo). Numero di pagine, Editore, Luogo di Edizione.

ATTI DELLA SOCIETÀ DEI NATURALISTI
E MATEMATICI DI MODENA
Finito di stampare nel mese di ottobre 2011
presso MC Offset - Modena - Italia