

PALEOGEOGRAFIA E CRONOLOGIA DEI SEDIMENTI TARDOPLEISTOCENICI ED OLOCENICI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO DI VALLE AVERTO (LAGUNA DI VENEZIA, BACINO CENTRALE)

SANDRA DONNICI*, ROSSANA SERANDREI BARBERO*

Key words: Last Glacial, Holocene, C^{14} dating, benthic foraminifera, environmental changes, Lagoon of Venice

Riassunto

All'interno di Valle Averte, nel bacino centrale della Laguna di Venezia, è stato effettuato un sondaggio a carotaggio continuo profondo 95 m. Il contenuto micropaleontologico dei campioni analizzati e il confronto con i paleoambienti riconosciuti nel sottosuolo veneziano forniscono alcune informazioni sull'evoluzione dell'ambiente in questo settore di margine lagunare. I depositi marini alla base del sondaggio risalirebbero a 190000-165000 anni dal presente. A contatto con essi, le sabbie fluviali presenti fino a -63 m appartengono ad una fase glaciale del Pleistocene Medio (probabilmente lo stadio 6) il cui limite superiore è rappresentato dalla *facies* lagunare qui depositasi durante l'Eemiano. I depositi continentali soprastanti si sono depositi durante l'ultima glaciazione, di cui le torbe a -12,50 m e -8,70 m rappresenterebbero i due interstadi più recenti. La *facies* sabbiosa tra -8,15 m e -2,57 m è legata alla presenza del Fiume Brenta e si è parzialmente deposita in un ambiente di delta interno. L'età di un tronco inglobato in queste sabbie poste alla base del lagunare colloca la formazione della laguna in quest'area in epoca posteriore ai 4500 anni dal presente. La barena identificata a -0,75 m è successiva all'estromissione del Fiume Brenta dalla laguna.

Abstract

Late Glacial and Holocene deposits in the subsurface of the Valle Averte (Lagoon of Venice, central basin)

A 95 metres long continuous core was obtained in the Valle Averte, located in the central part of the Venice Lagoon. The micropalaeontologic content and the comparison with the palaeoenvironments recognized in the underground of Venice shed light on the deposition history in this marginal lagoon sector. The marine sediments at the base of the succession were deposited 190,000 - 165,000 years BP. Above these marine sediments, the stratigraphic succession up to -63 m is composed of alluvial deposits and was deposited during a glacial episode of the Middle Pleistocene (presumably stage 6); these continental sediments are capped by a lagoon *facies* deposited during the Eemian. The continental deposits above the Eemian were deposited under the fully glacial conditions of the Last Glacial: the two last interstadials are recorded in the peat layers lying at 12.5 m and 8.7 m depth. Sands between -8.15 m and -2.57 m are linked to the Palaeo-Brenta River and were partially deposited in a bay-head delta environment. A ^{14}C dating of a log found in these sands at -7.9 m demonstrates that the lagoon in this area is younger than 4,500 years BP. The salt marsh found at -0.75 m depth is linked to the diversion of Brenta River from the lagoon around 1500 AD.

Introduzione

Durante l'Aprile del 2001, nell'ambito dei lavori relativi alla nuova cartografia geologica della Regione Veneto, è stato effettuato il sondaggio esplorativo a carotaggio continuo Carg11, profondo 95 m dal piano campagna, situato (Fig. 1) all'interno di Valle Averte nel punto di coordinate $12^{\circ} 8' 40,3''$ E, $45^{\circ} 21' 7,18''$ N e quota del piano campagna circa coincidente con il livello medio del mare. Il riconoscimento delle strutture sedimentarie presenti e le analisi effettuate sul contenuto micropaleontologico permettono di correlare i sedimenti con livelli precedentemente datati in aree limitrofe e di ricostruire la paleogeografia del territorio.

Materiali e metodi

Di tutti i materiali estratti dal sondaggio è stata esegui-

ta la descrizione della litologia e delle strutture sedimentarie utilizzando, per le litofacies e le facies di ambiente alluvionale, le definizioni proposte da MIALL (1996).

Su 38 campioni di sedimento è stato effettuato lo studio del contenuto micropaleontologico attraverso il lavaggio su setaccio con apertura netta di 0,063 mm per disperdere la frazione limosa o argillosa e il successivo esame microscopico. Tutti i foraminiferi presenti nel residuo di lavaggio sono stati classificati seguendo la tassonomia di LOEBLICH & TAPPAN (1987) e il loro contenuto percentuale utilizzato per la discussione dei risultati.

Su un tronco inglobato nelle sabbie a -7,90 m è stata calcolata l'età convenzionale dal presente mediante datazione ^{14}C . La curva di calibrazione è stata ottenuta con il programma di STUIVER *et al.* (1998).

* CNR-Istituto di Scienze del Mare, S. Polo 1364, 30125 Venezia, Italia.

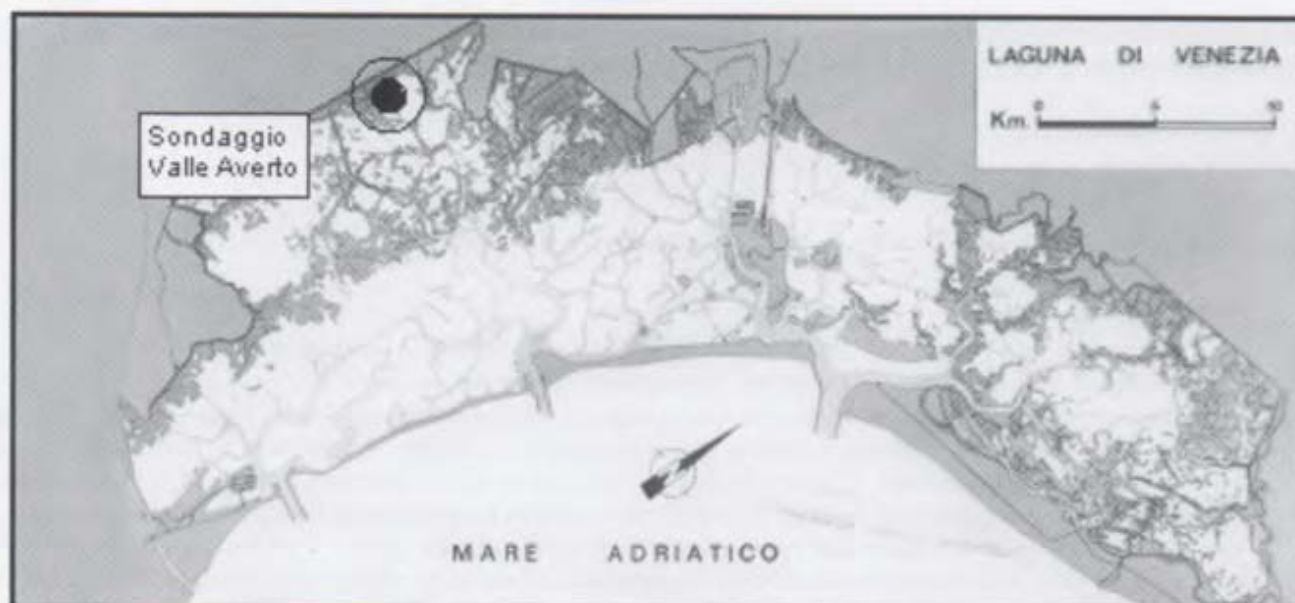


Fig. 1 – Ubicazione del sondaggio Carg11 in Valle Averte.

Stratigrafia

La stratigrafia del sondaggio, schematicamente rappresentata in Fig. 2, è costituita dalla successione seguente:

95,00 – 88,18 m - Sabbia fine debolmente limosa, con laminazioni planari talora obliterate dalla bioturbazione. Tra 95 e 90 m sono presenti bioclasti e biosomi di molluschi marini, particolarmente abbondanti attorno a 90 m.

88,18 – 80,00 m - Prevalgono i depositi a granulometria fine, da limo ricco di sostanza organica a torba, e, in minor misura, sabbia fine limosa alternata a limo. Il limo alla base si presenta torboso, omogeneo e compatto, di colore marrone scuro, mentre nella parte superiore è argilloso, di colore grigio-bluastrò, con screziature nere. Sono presenti due orizzonti di pochi decimetri di spessore di torba argillosa, marrone, molto costipata.

80,00 – 74,85 m - Sabbia media ben classata con biotite e clasti di colore rossastro a cui sono intervallati livelli di pochi centimetri di sabbia limosa (cenni di stratificazione). Presso la base sono presenti sparsi bioclasti di molluschi marini. Il limite inferiore è netto ed erosivo sull'unità sottostante.

74,85 – 72,55 m - Livello di sabbia pulita, di colore grigio giallastro, a gradazione normale: si passa gradualmente da sabbia grossolana, ricca di bioclasti marini e con base erosiva, fino a sabbia fine al tetto.

72,55 – 67,50 m - Prevalgono i sedimenti fini. Si passa da limo argilloso, con lamine nerastre ricche di sostanza organica alla base ed un orizzonte di torba compatta di 25 centimetri di spessore, a limo debolmente sabbioso alternato a livelli decimetrici sabbiosi nella parte alta.

67,50 – 67,33 m - Sabbia limosa da media alla base a molto fine al tetto. Il limite inferiore è netto ed erosivo, il livello basale contiene ciottoli arrotondati e bioclasti marini (*Cardidae*, gasteropodi).

67,33 – 66,58 m - Torba nera leggermente argillosa.

66,58 – 60,60 m - Sabbia con bioclasti a grana decrescente verso l'alto. Alla base, con contatto netto ed erosivo, sabbia medio-grossolana con un livello ricco di tritume conchigliare e clasti di dimensione massima fino al centi-

metro. Tra 64,70 e 63,60 m sono presenti intercalazioni limose e laminazione incrociata a piccola scala (*ripples*).

60,60 – 27,20 m - Lungo intervallo caratterizzato dalla deposizione di sedimenti fini, limoso-argillosi, dallo sviluppo di orizzonti torbosi e dalla presenza di numerosi orizzonti ricchi di concrezioni carbonatiche, che possono accompagnarsi a tracce di radici e alla presenza di screziature rossastre e giallastre, e che indicano il susseguirsi di pedogenesi a diverso grado di maturità. Sono presenti anche intervalli di sabbia fine limosa e limo sabbioso con laminazione planare.

27,00 – 12,50 m - Sabbia media con buona selezione, micacea, di colore grigio, con laminazione planare intorno a 20 m. A 18 m il passaggio è graduale e rapido verso limo sabbioso di colore grigio nocciola.

12,50 – 8,15 m - Prevalente limo argilloso di colore grigio chiaro con intercalazioni torbose tra 12,50 e 12,15 m, a 11,82 m, a 11,70 m, a 10,05 m e a 8,70 m.

8,15 – 2,57 m - Si sovrappongono due spessi corpi sabbiosi a gradazione normale. Il primo, da 8,15 a 5 m, contiene un grosso frammento di tronco alla base, che si presenta netta ed erosiva. Entrambi i corpi sono costituiti alla base da sabbia medio-grossolana, con buona selezione, che passa a sabbia fine limosa nella parte alta.

2,57 – 1,00 m - Argilla torbosa, torba argillosa e argilla limosa grigia nella parte alta, con resti vegetali (canne).

1,00 – 0,50 m - Limo argilloso grigio nocciola con frequenti screziature ruggine e nerastre.

0,50 – 0,00 m - Terreno agrario.

Analisi micropaleontologiche

In 6 campioni è presente una ricca associazione a foraminiferi bentonici; negli altri 32 campioni esaminati il contenuto micropaleontologico è dato da gusci e opercoli di gasteropodi dulcicoli (si riconoscono i generi *Pupilla* e *Valvata*) o torba secondo lo schema allegato in Tabella 1. Raramente compare qualche ostracode. Tra -74,8 m e -67,42 m i sedimenti (da limi argillosi a sabbie) sono pre-

valentemente sterili. Gasteropodi dulcicoli ed opercoli sono particolarmente diffusi tra -60,45 m e -8,11 m. In due livelli (a -89,69 m e a -42,35 m) la presenza di concrezioni carbonatiche è indicativa di pedogenesi.

L'associazione a foraminiferi bentonici è presente nei campioni di tre intervalli stratigrafici: tra -0,75 e -1,4 m; tra -60,45 m e -63,63 m; e tra -90,15 e -91,6 m di profondità; e in questi 3 intervalli presenta caratteristiche molto diverse.

Nell'intervallo più superficiale la fauna a foraminiferi è data da 2-4 taxa; in particolare l'associazione del campione a -1,4 m, dove a *Trochammina inflata* si mescolano taxa tipicamente lagunari (*Haynesina paucilocula* dominante con *Ammonia beccarii* e *Valvulineria perlucida*), indica la sua appartenenza ad un ambiente intertidale posto al di sotto del livello medio del mare, mentre il campione a -0,75 m, che contiene esclusivamente forme agglutinanti, con *Trochammina inflata* dominante (Fig. 3) e scarsi

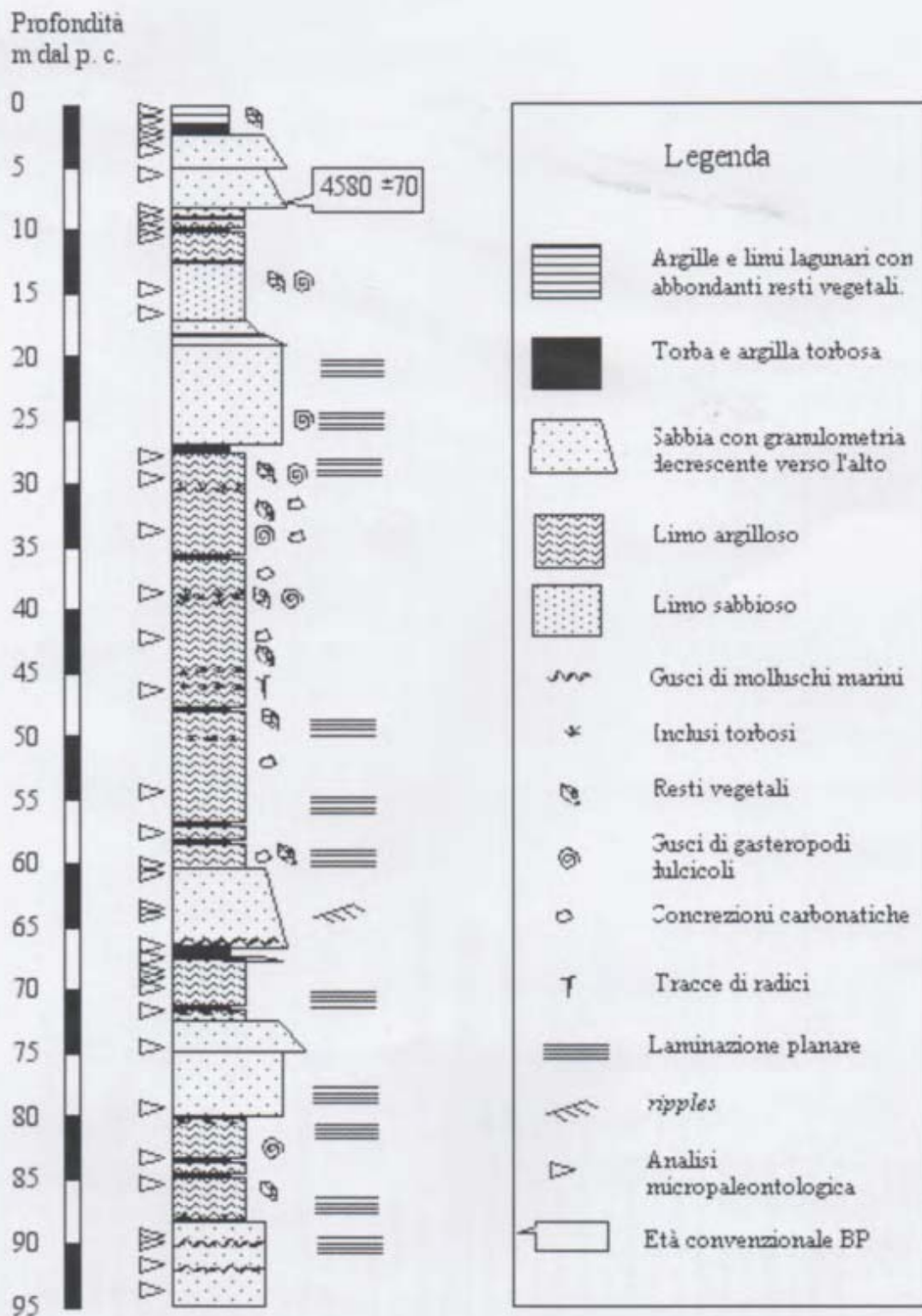


Fig. 2 - Schema riassuntivo dei sedimenti tardo-pleistocenici ed olocenici attraversati dal sondaggio CARG 11 in Valle Averte e profondità dei campioni analizzati.

Tab. 1 - Campioni esaminati e risultati delle analisi (profondità dei campioni espresse in m dal piano campagna).

CARG II - Valle Averno	0,75	1,4	2,23	2,65	3,75	5,5	8,11	8,4	9,7	10,3	14,45	16,5	27,6	29,4	33,75	38,5	42,35	46,1	54,25
<i>Hopliphragmoides canariensis</i> (d'Orbigny, 1839)	4																		
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)	102	22	*																
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny, 1839																			
<i>Amphicorina scalaris</i> (Batsch, 1791)																			
<i>Globulina gibba myristiformis</i> (Williamson, 1858)																			
<i>Gutulina problema</i> (d'Orbigny, 1826)																			
<i>Fissarina lucida</i> (Williamson, 1848)																			
<i>Brizalina spathulata</i> (Williamson, 1858)																			
<i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny, 1826																			
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady, 1881)																			
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846																			
<i>Uvigerina peregrina</i> Cushman, 1923																			
<i>Valvulineria perlucida</i> (Heron-Allen & Earland)	3																		
<i>Discorbis nirus</i> (Cushman, 1922)																			
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)																			
<i>Cibicides refulgens</i> (Montfort, 1808)																			
<i>Haynesina paucilocula</i> (Cushman, 1944)	38																		
<i>Buccella frigida granulata</i> (di Napoli Alliata, 1952)																			
<i>Buccella pustulosa</i> Albani & Serandrei Barbero, 1982																			
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	6					*													
<i>Cribronionon adventum</i> (Cushman, 1922)																			
<i>Cribronionon granosum</i> (d'Orbigny, 1846)																			
<i>Cribronionon lagunensis</i> Albani & Serandrei Barbero, 1982																			
<i>Cribronionon translucens</i> (Natland, 1938)																			
<i>Cribronionon venetum</i> Albani, Favero & Serandrei Barbero, 1991																			
<i>Elphidium complanatum</i> (d'Orbigny, 1839)																			
<i>Elphidium crispum</i> (Linné, 1758)																			
<i>Elphidium depressulum</i> Cushman, 1933																			
<i>Elphidium discoidale multiloculum</i> (Cushman & Ellis, 1945)																			
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)																			
globigerine																			
(+) presenza																			
(*) presenza sporadica																			
forams contati	106	69																	
forams totali	2544	69		*															
numero di specie presenti	2	4																	
(c) concentrato	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
gusci di gasteropodi dulcicoli, opercoli	*																		
gusci di molluschi marini																			
torba																			
resti vegetali		+																	
gesso																			
concrezioni carbonatiche																			
argillaceo rock fragments																			
ostracodi																			
profondità espressa in m dal p.c.: p.c. = circa 0 m sul l.m.m.																			
sterile																			

	57,4	60,45	60,68	63,5	63,63	66,5	67,42	68,45	68,9	69,72	71,6	74,8	79,25	83,2	85,22	89,69	90,15	91,6	93,65	
CARG 11 - Valle Averno																				
<i>Haplophragmoides canariensis</i> (d'Orbigny, 1839)																				
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)																				
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny, 1839				3																
<i>Amphicorina scalaris</i> (Batsch, 1791)													1							
<i>Globulina gibba myristiformis</i> (Williamson, 1858)																				1
<i>Gutulina problema</i> (d'Orbigny, 1826)																				1
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson, 1848)																				
<i>Brazalina spathulata</i> (Williamson, 1858)																				1
<i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny, 1826																				1
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady, 1881)																				1
<i>Bulinina elongata</i> d'Orbigny, 1846																				2
<i>Uvigerina peregrina</i> Cushman, 1923																				1
<i>Valvulineria perlucida</i> (Heron-Allen & Earland)																				4
<i>Discorbis mirus</i> (Cushman, 1922)																				16
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)																				1
<i>Cibicides refulgens</i> (Montfort, 1808)																				2
<i>Haynesina paucilocula</i> (Cushman, 1944)																				1
<i>Buccella frigida granulata</i> (di Napoli Alliata, 1952)																				3
<i>Buccella pustulosa</i> Albani & Serandrei Barbero, 1982																				6
<i>Ammonia beccarii</i> (Linne)																				11
<i>Cribronionium advenum</i> (Cushman, 1922)																				9
<i>Cribronionium granosum</i> (d'Orbigny, 1846)																				2
<i>Cribronionium lagenensis</i> Albani & Serandrei Barbero, 1982																				1
<i>Cribronionium translucens</i> (Natland, 1938)																				1
<i>Cribronionium venetum</i> Albani, Favero & Serandrei Barbero, 1991																				163
<i>Elphidium complanatum</i> (d'Orbigny, 1839)																				52
<i>Elphidium crispum</i> (Linne, 1758)																				14
<i>Elphidium depressulatum</i> Cushman, 1933																				3
<i>Elphidium discoidale multiloculum</i> (Cushman & Ellisor, 1945)																				6
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)																				29
globigerine																				10
(+) presenza																				
(*) presenza sporadica																				
forams contati																				
forams totali																				
numero di specie presenti																				
(c) concentrato																				
gusci di gasteropodi dulcicoli, opercoli																				
gusci di molluschi marini																				
torba																				
resti vegetali																				
gesso																				
concrezioni carbonatiche																				
argillaceous rock fragments																				
ostracodi																				
profondità espressa in m dal p.c.; p.c. = circa 0 m sul l.m.m.																				
sterile																				

individui di *Haplophragmoides canariensis*, è indicativo di un ambiente intertidale posto al di sopra del livello medio del mare (ALBANI *et al.*, 1984).

Nei campioni a -63,63 m e a -60,45 m sono presenti in media 10 specie e le associazioni sono caratterizzate dalla dominanza di *Ammonia beccarii* e dalla presenza di taxa tipicamente lagunari (*Valvulineria perlucida*, *Haynesina paucilocula*, *Cribrononion granosum*, *C. translucens*) insieme a sporadici individui di *Fissurina lucida*, *Buccella frigida*, *Cribrononion advenum*, *Elphidium complanatum*, *E. macellum*. Queste associazioni sono indicative di condizioni paraliche a medio confinamento.

Affatto diversa appare l'associazione a foraminiferi bentonici presente a -90,15 m, in cui sono presenti 20 taxa e dove, insieme ad *A. beccarii*, dominante, compaiono *Uvigerina peregrina*, *Cassidulina laevigata*, *Cibicides refulgens*, *Rosalina bradyi*, *Bulimina elongata*, *Brizalina spathulata*, *Globocassidulina subglobosa*, taxa assenti o rarissimi nell'ambiente lagunare. L'associazione è quindi attribuibile ad un ambiente marino di tipo neritico dove la dominanza di *A. beccarii* appare dovuta all'influenza di un delta (DONNICI & SERANDREI BARBERO, 2002). Ad un ambiente marino simile appare attribuibile anche la fauna presente nel campione a -91,6 m, che presenta un minor numero di specie (9), ma in cui persiste la dominanza di *A. beccarii* accanto a qualche forma neritica (*Discorbis mirus*).

I risultati delle analisi micropaleontologiche sono riportati in tabella 1.

Correlazioni ed età dei sedimenti

Lo studio dei fanghi oceanici ha permesso di riconoscere, durante gli ultimi 1 800 000 anni, cioè lungo tutto il Pleistocene, delle oscillazioni climatiche caldo-fredde, dette stadi isotopici (Emiliani, 1966), numerate a partire dall'interglaciale attuale (stadio 1). Negli ultimi 900 000

anni circa, cioè dagli stadi isotopici 24-22, coincidenti con la base del Pleistocene Medio, queste oscillazioni climatiche mostrano una ciclicità di circa 100 000 anni e caratterizzano il cosiddetto Pleistocene Glaciale (SHAKLETON, 1987). La più recente di queste oscillazioni climatiche comprende l'ultima espansione glaciale (glaciazione würmiana) e il clima temperato attuale.

Gli stadi isotopici sono stati riconosciuti attraverso le variazioni degli isotopi dell'ossigeno contenuto nel guscio dei foraminiferi bentonici. Queste variazioni riflettono le oscillazioni del volume di ghiaccio sulle calotte polari e sui continenti, variazioni che sono globali e sincrone, e che sono state riconosciute anche nei sedimenti del bacino mediterraneo. La loro cronologia, detta scala isotopica, è stata poi ulteriormente affinata tramite la cronologia astronomica, basata sulla ciclicità orbitale (SHAKLETON *et al.*, 1990).

Nel sottosuolo veneziano oscillazioni climatiche sono state riconosciute e correlate con gli stadi isotopici tramite l'analisi del contenuto palinologico dei sedimenti (MÜLLENDERS *et al.*, 1996). I depositi di ambiente marino presenti nel sottosuolo di Venezia attorno ai 100 m di profondità risalirebbero o alla fine dello stadio isotopico 7 (stadio 7.1), corrispondente ad un interglaciale datato 190 000 anni dal presente, o all'inizio dello stadio isotopico 6 (stadio 6.5), di età attorno ai 165 000 anni (MASSARI *et al.*, in stampa); i sedimenti di ambiente marino attorno ai 70 m di profondità sono stati attribuiti allo stadio isotopico 5.5 (MÜLLENDERS *et al.*, 1996), corrispondente all'interglaciale noto come Eemiano e datato 125 000 anni dal presente. Al di sopra dell'Eemiano, MÜLLENDERS *et al.* (1996) hanno riconosciuto nei depositi alluvionali 4 interstadi, corrispondenti ad altrettanti periodi di addolcimento del clima, di età comprese tra 36 450 e 19 000 anni dal presente. I sedimenti alluvionali compresi tra -24 m e -8 m, di età comprese tra 21 000 e 19 000 anni dal presente, appartengono allo stadio isotopico 2. A contatto con i sedimenti depositi durante l'ultimo interstadio (Interstadio di Laugerie), sono presenti i depositi lagunari, datati circa 5 000 anni dal presente (SERANDREI BARBERO *et al.*, 2001) e appartenenti allo stadio isotopico 1. Nella sequenza sono presenti due importanti lacune stratigrafiche: una relativa ai sedimenti tra circa 60 000 e 40 000 anni di età; la seconda relativa ai depositi di età compresa tra 19 000 e 5000 anni dal presente, attribuita da BORTOLAMI *et al.* (1977) all'innalzamento isostatico dovuto allo scioglimento dei ghiacciai alpini.

Per analogia con i depositi presenti nel sottosuolo veneziano, i sedimenti attraversati dal sondaggio in Valle Averte coprono le vicende che, dall'epoca storica, si spingono oltre l'ultima oscillazione climatica, fino a 165 000-190 000 anni dal presente.

La pendenza della pianura costiera e la conseguente immersione dei sedimenti verso SE (FAVERO, 1979) fa sì che livelli coevi siano meno profondi di qualche metro presso il margine continentale (dove è ubicata Valle Averte) rispetto al sottosuolo di Venezia, posta al centro del bacino lagunare.

Nel sottosuolo di Valle Averte i depositi marini attorno a -90 m sono quindi attribuibili, o alla fine dello stadio iso-



Fig. 3 - *Trochammina inflata* (Montagu, 1808), lato dorsale (X 180); questo foraminifero a guscio agglutinante, tipico degli ambienti intertidali paralici, è la specie dominante nel campione a -0,75 m (foto eseguita al microscopio elettronico a scansione Cambridge Stereoscan 250 presso il Centro Servizi Interdipartimentale-Centro Universitario Grandi Apparecchiature Scientifiche, Padova).

Tab. 2 – Risultati della radiodattazione effettuata sul tronco rinvenuto a -7,90 m dal piano campagna. I risultati sono espressi in anni dal presente (BP).

Campione	Materiale	Analisi	Sigla	13C/12C	Età convenzionale	Età calibrata
CARG 11-7,90	legno	standard	Beta 174126	-25,0 ‰	4580 ±70 BP	5470(5310)5040 BP

topico 7 (stadio isotopico 7.1, di età pari a circa 190 000 anni) o all'inizio dello stadio isotopico 6 (stadio isotopico 6.5, di età pari a circa 165 000 anni).

Tra -89 m e -63 m si sono succeduti ambienti continentali, rappresentati da sabbie fluviali, per lo più sterili, appartenenti ad una fase glaciale del Pleistocene Medio, lo stadio isotopico 6, il cui limite superiore è dato dall'Eemiano (stadio isotopico 5.5), un periodo caldo verificatosi attorno ai 125 000 anni dal presente, rappresentato in Valle Averte dai sedimenti di facies lagunare presenti tra -63,63 m e -60,45 m, coevi dei sedimenti neritici presenti nel sottosuolo veneziano, qualche chilometro più a valle.

Le facies continentali sovrastanti si sono deposte durante l'ultima glaciazione, nota come Würmiano, e mostrano la presenza di torba e opercoli di gasteropodi dulcicoli. Non tutti i sedimenti corrispondenti agli stadi isotopici dal 5.4 al 2 sono rappresentati nel sondaggio. Attorno ai -42 m, le tracce di pedogenesi, indicate dalla presenza di concrezioni carbonatiche, potrebbero marcare la lacuna stratigrafica di circa 20 000 anni, compresa tra 60 000 e 40 000 anni fa, segnalata nel sottosuolo di Venezia attorno ai -46 m (BORTOLAMI *et al.*, 1977). Sopra i -42 m, la successione di sedimenti di ambiente continentale, caratterizzata dalla diffusa presenza di torba, semi, opercoli di gasteropodi dulcicoli, gasteropodi dei generi *Valvata* e *Vallonia* e talora ostracodi, corrisponde ai 4 interstadi, di età comprese tra 36 000 e 19 000 anni dal presente, verificatisi all'interno delle generali condizioni di clima arido, pienamente glaciali, del würmiano. In particolare i sedimenti corrispondenti ai due interstadi più recenti (detti Tursac e Laugerie, datati, rispettivamente, attorno ai 21 000 e attorno ai 19 000 anni dal presente e corrispondenti, nel sottosuolo di Venezia, alle torbe attorno ai 16 m e ai 12 m) sono qui rappresentati dalle torbe presenti tra -12,50 m e -8,70 m.

Sopra alle torbe attribuibili all'interstadio di Laugerie, è presente la lacuna stratigrafica che si estende da 19 000 anni fa fino all'età della trasgressione olocenica. La trasgressione olocenica, verificatasi nell'area veneziana attorno a 5 000 anni fa, in Valle Averte si manifesta con una facies sabbiosa di delta interno, data dalle sabbie tra 8,15 m e 2,57 m, dovute alla presenza del fiume Brenta, cui fanno seguito il palustre a -2,57 m e la comparsa di faune lagunari di margine lagunare interno a -1,40 m. Il tronco inglobato nelle sabbie fluviali a -7,90 m ha fornito una età convenzionale pari a 4580 ± 70 anni dal presente (Tabella 2) e colloca la formazione della laguna in questo settore marginale in epoca posteriore a tale data. La barena presente a -0,75 m, dati i tassi di subsidenza in epoca storica di circa 1,37 mm anno⁻¹ (SERANDREI BARBERO *et al.*, 1997), sembra riferibile all'estromissione del Brenta dalla laguna attorno al 1500 (FAVERO *et al.*, 1988) e al successivo instaurarsi di ambienti intertidali, oggi ricoperti dal terreno agrario.

Ringraziamenti

Questo studio, svolto nell'ambito del Progetto della Nuova Cartografia Geologica e Geotematica (CARG) del Servizio Geologico Nazionale con il contributo della Regione Veneto (Direzione Servizio Geologia-Ciclo dell'Acqua) e del Progetto Co.Ri.La.Linea 3.2, è stato parzialmente inserito nel Piano di Gestione della Riserva Naturale dello Stato 'Valle Averte'.

Si ringrazia il Dott. Giampaolo Rallo per aver messo l'area di Valle Averte a disposizione del Progetto Carg per le operazioni di carotaggio, il Corpo Forestale della Regione per l'esecuzione del sondaggio e il Dott. Federico Toffoletto per l'aiuto fornito nelle operazioni di campionamento.

Bibliografia

- ALBANI A., FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. (1984) - Benthonic foraminifera as indicators of intertidal environments. *Geo-Marine Letters*, **4**: 43-47.
- BORTOLAMI G.C., FONTES J.C., MARKGRAF V., SALIEGE J.F. (1977) - Land, sea and climate in the Northern Adriatic region during late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **21**: 139-156.
- DONNICI S., SERANDREI BARBERO R. (2002) - The benthic foraminiferal communities of the North Adriatic continental shelf. *Marine micropaleontology*, **44**: 93-123.
- EMILIANI C. (1966). Paleotemperature analysis of the Caribbean cores P6304-8 and P6304-9 and a generalized temperature curve for the last 425,000 years. *J. Geol.*, **74**: 109-126.
- FAVERO V. (1979) - Aspetti dell'evoluzione recente dell'Alto Adriatico. Convegno Sc. Naz. *Piano Finalizzato. Oceanografia e Fondi Marini*, Roma: 1219-1231.
- FAVERO V., PAROLINI R., SCATTOLIN M. (1988) - Morfologia storica della Laguna di Venezia. Comune di Venezia, Assessorato all'Ecologia, 79 pp.
- LOEBLICH JR. A.R., TAPPAN H. (1987) - Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 pp.
- MASSARI F., RIO D., SERANDREI BARBERO R., ASIOLI A., CAPRARO L., FORNACIARI E., MÜLLENDERS W., RAFFI I., VERGERIO P.P. - The environment of Venice in the past two million years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (in stampa).
- MIALL A.D. (1996) - The geology of Fluvial Deposits. Springer-Verlag, Berlin, 586 pp.
- MÜLLENDERS W., FAVERO V., COREMANS M., DIRICKX M. (1996) - Analyses polliniques de sondages a Venise (VE1, VE1bis, VE2). *Aarkundige Mededelingen* **7**: 87-117.
- SERANDREI BARBERO R., ALBANI A., ZECCHETTO S. (1997) - Palaeoenvironmental significance of a benthic foraminiferal fauna from an archaeological excavation in the Lagoon of Venice, Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **136**: 41-52.
- SERANDREI BARBERO R., LEZZIERO A., ALBANI A., ZOPPI U. (2001) - Depositi tardo-pleistocenici ed olocenici nel sottosuolo veneziano: paleoambienti e cronologia. *Il Quaternario*, **14**: 9-22.

SHACKLETON N.J. (1987) - Oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quaternary Sc. Review*, **6**:183-190.

SHACKLETON N.J., BERGER A., PELTIER W.R. (1990) - An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene time-scale based on ODP Site 677. *Trans. R. Soc. Edinburgh: Earth Sc.*, **81**: 251-261.

STUIVER M., REIMER P.J., BARD E., BECK J.W., BURR G. S., HUGHE K.A., KROMER B., MCCORMAC F. G., PLICHT V.D.J., SPURK M. (1998) - Intcal 98 Radiocarbon Age Calibration. *Radiocarbon*, **40**(3): 1041 - 1083.