



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Facoltà di Scienze MM. FF. NN.

Corso di Laurea in Scienze Naturali

Elaborato di Laurea

Nuovi reperti fossili provenienti dal giacimento villafranchiano di Steggio, Possagno - TV (Italy)

New fossil data from the Villafranchian of Steggio, Possagno -TV (Italy)

Tutor: Prof. Laura Guidolin
Dipartimento di Biologia

Co-tutor: Prof. Marco Tonon
Dipartimento di Biologia

Laureando: Thomas Marchiorato

Anno Accademico 2010/2011

INDICE

PREMESSA	3
OBIETTIVI	3
CAPITOLO 1	
1.1 ILVILLAFRANCHIANO	4
Inquadramento geologico	4
Stratigrafia	5
Paleoclimatologia	6
Fauna a micromammiferi	6
Flora	7
CAPITOLO 2: TAFONOMIA NEI VERTEBRATI	8
2.1 COMPOSIZIONE DEI VERTEBRATI	8
2.2 MORTE DEI VERTEBRATI	9
2.3 PROCESSI BIOSTRATINOMICI	9
2.4 SEPPELLIMENTO	12
2.5 PROCESSI DI FOSSILIZZAZIONE	13
CAPITOLO 3: IL GIACIMENTO VILLAFRANCHIANO DI STEGGIO (TV)	15
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO/ GEOLOGICO DEL SITO DI STEGGIO (TV)	15
3.2 BREVE STORIA DEGLI SCAVI	16
CAPITOLO 4.	19
METODI E MATERIALI	19
4.1 PROCEDIMENTO	19

Preparazione e determinazione	21
Studio dei processi tafonomici	25
 CAPITOLO 5	 26
RISULTATI E DISCUSSIONE	26
5.1 RISULTATI DELLA PREPARAZIONE E DELLA DETERMINAZIONE DEI REPERTI	26
Tavola I: reperto n° 144/B	27
Tavola II: reperto n° 269	28
Tavola III: reperto n° 235	30
Tavola IV: reperto n° A/30	31
Tavola V: reperto n° A/19	31
Tavola VI: reperto n° 238	32
Tavola VII: reperto n°147(II)	34
Tavola VIII: reperto n° 194	35
Tavola IX: reperto n°300	36
Tavola X: reperto n° 145	38
Tavola XI: reperto n° 261	40
 5.2 RISULTATI DELLO STUDIO TAFONOMICO	 46
 CAPITOLO 6	 49
CONCLUSIONE	49
BIBLIOGRAFIA	50
WEB	53
ALLEGATI	54
ALLEGATO I: I CERVIDI	54
ALLEGATO II: I BOVIDI	58

ALLEGATO III: I RINOCERONTI	60
ALLEGATO IV: <i>MAMMUTHUS MERIDIONALIS</i>	64

PREMESSA

Negli ultimi trent'anni si è verificato un incremento insospettato delle scoperte e degli scavi di carattere geopaleontologico, così come nell'interesse sia da parte del mondo scientifico, sia nell'opinione pubblica. Ciò nonostante, però, non sempre il lavoro generato dagli scavi viene portato a termine in tempi brevi, ma richiede anni, a volte decenni, cosa dovuta a varie cause.

Ho quindi rivolto il mio interesse verso una serie di scavi paleontologici, eseguiti tra le estati 1991, 1992 e 1993, nella località Steggio (TV); cercando di capire come si è agito, quali risultati si sono prodotti, ma anche cosa è rimasto in sospeso.

OBIETTIVI

Come attività di tirocinio, ho deciso di continuare la trattazione di alcuni reperti paleozoologici scavati nei primi anni novanta a Steggio, ma per varie ragioni non ancora esaminati. L'attività prevedeva due parti: una prima fase, volta alla preparazione, al restauro e allo studio dei fossili di Steggio, seguita da una seconda parte, più breve, volta allo studio tafonomico dei medesimi. Preventivamente è stato necessario procedere a trattamenti di restauro di gran parte dei reperti, trattandoli chimicamente e meccanicamente, in modo da rimuovere il sedimento che ancora inglobava i reperti, quelli più riconoscibili sono stati determinati osteologicamente e tassonomicamente. Si sono così identificate ossa fossili riconducibili a rinoceronti, cervidi, bovidi, a un perissodattilo e al proboscideato *Mammuthus meridionalis*; sono stati rinvenuti anche due gusci di gasteropodi.

L'esame allo stereomicroscopio delle ossa fossili, oltre che all'esecuzione di alcune semplici prove fisiche, ha permesso di studiarne la tafonomia.

Scopo del seguente elaborato di tesi è quello di studiare dodici nuovi campioni paleozoologici, riguardanti il giacimento fossilifero di Steggio (TV) attraverso la preparazione, il restauro, la determinazione e lo studio dei processi tafonomici di tali reperti, effettuati durante il tirocinio formativo. Tutto questo permetterà, oltre che l'avviamento dello studente alla pratica del restauro paleontologico, anche l'aggiunta di nuovi dati per futuri studi faunistici e paleoambientali riguardanti il paleolago della località Steggio.

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

1.1 IL VILLAFRANCHIANO

Il Villafranchiano è un piano geologico continentale, costituito nel 1865 da Pareto, con riferimento a depositi lacustri e alluvionali contenenti resti di vertebrati, dell'area di Villafranca d'Asti. Oggi è utilizzato per indicare un intervallo di tempo geologico compreso da 3,3 milioni di anni fa fino a 900000 anni fa, ovvero tra il Pliocene medio e il Pleistocene inferiore e comprendente 7 Unità Faunistiche (GLIOZZI *et al.*, 1997). Nella Global Stratigraphic Chart corrisponde ai piani marini Piacenziano, Galesiano e Calabrian. Il Villafranchiano è studiato in particolare da alcuni giacimenti continentali quali bacini lacustri, loess e raramente ambienti marini quali mari costieri, rinvenuti in molte località europee, tra cui Francia, Germania, Regno Unito e Spagna. Per l'Italia sono segnalati l'Altopiano di Poirino in Piemonte, la Val d'Arno in Toscana, Pietrafitta in Umbria, Leffe nel bergamasco e Steggio in Veneto. Il giacimento di Villafranca d'Asti, in Piemonte, per molto tempo considerata la sezione tipo del Villafranchiano, si è recentemente dimostrato essere più antico. Il Villafranchiano è caratterizzato da cambiamenti climatici globali, che hanno influenzato in modo significativo anche le faune a mammiferi, sia marine che continentali.

Inquadramento geologico

Durante il Villafranchiano, le migrazioni e le scomparse di grandi e piccoli mammiferi nella penisola italiana, sono fortemente condizionati da due grandi eventi geologici: il sollevamento della catena appenninica e la successione di vari periodi freddi, alternati a periodi interglaciali.

Il moto della placca Africana verso nord, che ormai aveva colliso con quella eurasiatica, formando le Alpi e gli Appennini, porta alla creazione nel Villafranchiano inferiore, di tutta una serie di faglie con andamento NO-SE, depressioni e, successivamente, nel Villafranchiano medio, al vulcanismo tosco-laziale (esempio il Lago di Albano).

Per l'effetto dell'abbassamento termico iniziato nel Villafranchiano medio e sviluppatosi con fasi alterne nel Quaternario, i ghiacciai polari si espansero ed è documentato, sulle Alpi, un abbassamento delle nevi perenni di 1400 m, oltre che un abbassamento della linea di costa di 100-130 m rispetto all'attuale, con conseguente estensione della Pianura Padana di 300 Km verso Sud- Est, che si congiunge con l'Istria e con la Dalmazia (LANDINI e PETRONIO, 2005) I ghiacciai, nella loro espansione, hanno profondamente eroso suoli e rocce con la formazione di archi morenici fino al margine dell'attuale Pianura Padana.

Stratigrafia

La cronostratigrafia del Plio-Pleistocene è basata su dati biostratigrafici, isotopici e magnetostratigrafici marini (GLIOZZI e MALATESTA, 1993.)

Il limite Plio-Pleistocene, attualmente ancora in fase di assestamento, non è basato su estinzioni, ma su migrazioni da N verso il Mediterraneo di bivalvi e foraminiferi, dovute ad un raffreddamento climatico. Da notare che la cronostratigrafia plio-pleistocenica marina è molto dettagliata, complice il facile reperimento di sezioni geologiche ben documentate e estese sia temporalmente, che topograficamente (LANDRINI e PETRONIO, 2005), mentre per il continentale le difficoltà sono molte, poiché le sezioni tipo sono distribuite in modo puntiforme e presentano un record fossile molto frammentario; per lo più è difficile correlare fra loro i vari giacimenti. La correlazione, viene quindi eseguita in base alla comparazione del contenuto fossile dei vari giacimenti, anche se questi dati vanno comunque associati a datazione assoluta, dati magnetostratigrafici e studi isotopici sui reperti e/o su rocce/sedimento inglobanti i resti organici.

Tuttavia, il metodo ha solo una valenza regionale, in quanto, come già accennato, i giacimenti continentali non restituiscono mai un buon record geologico (LANDRINI e PETRONIO, 2005); per questo è difficile correlare i dati biocronologici di giacimenti continentali villafranchiani presenti in Italia con quelli esteri. L'unico modo per riuscirci è quello di utilizzare una datazione assoluta integrata con la magnetostratigrafia, anche se non va tralasciato un dato essenziale: l'unità faunistica.

L'unità faunistica (UF) è rappresentata da una fauna locale in cui sono presenti molti taxa particolari di quella zona e in cui vi siano documentati uno o più eventi biologici importanti. La composizione delle faune villafranchiane e il grado di evoluzione degli organismi in esse presenti ha permesso di definire ben 7 UF, con le quali è stato possibile suddividere tale piano geologico in tre sottopiani, sulla base delle diverse successioni faunistiche. Tali sottopiani sono mostrati nella Tabella I.

SOTTOPIANO	UNITA' FAUNISTICA (UF)	FAUNA
Villafranchiano inferiore (Pliocene medio)	Triversa (Fiumi Triversa e Triversola)	<i>Anancus arvenensis</i> , <i>Tapirus arvernensis</i> , <i>Leptobos stenometopon</i> , <i>Stephanorhinus etruscus</i> , <i>Homotherium crenatides</i>
Villafranchiano medio	Montopoli (Valdarno)	<i>Stephanorhinus etruscus</i> , <i>Leptobos stenometopon</i> , <i>Equus</i> cfr <i>livenzovensis</i> , <i>Archidiskodon gromovi</i>
Villafranchiano superiore (Pleistocene inferiore)	Olivola (Val di Magra)	<i>Mammuthus meridionalis</i> , <i>Equus stenonis</i> , <i>Canis etruscus</i> , <i>Leptobos etruscus</i> .
	Tasso (Valdarno superiore)	<i>Mammuthus meridionalis</i> , <i>Microtus (Allophiomys) pliocaenicus</i>
	Farneta (Val di Chiara)	<i>Mammuthus meridionalis vestinus</i>

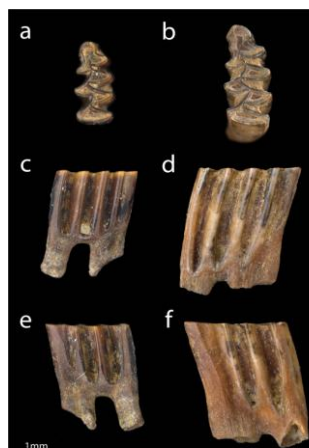
Tabella I: i sottopiani con cui è suddiviso il Villafranchiano.

Recenti studi (GLIOZZI *et al.*, 1997) hanno dimostrato l'esistenza di una quarta unità faunistica nel Villafranchiano superiore: quella di Pirro Nord.

Paleoclimatologia

L'inizio del Villafranchiano è posto in concomitanza con un primo debole deterioramento climatico che interessò l'area mediterranea, circa 3,3 milioni di anni fa. Nel bacino del Mediterraneo, quindi, si passa dal "Pliocene periglaciale" al "Pliocene glaciale". Durante il Pliocene inferiore, si erano mantenute condizioni climatiche stabili per lo più di clima caldo-umido, come indicato sia dalle faune, che dai pollini fossili. Ma già 3,2 milioni di anni fa, tuttavia, la flora fossile indica un improvviso abbassamento della temperatura, che comporta un rinnovo della fauna, già simile a quella moderna, anche se si riscontra la sopravvivenza di alcune forme terziarie (LANDRINI e PETRONIO, 2005). Alla fine del Villafranchiano superiore si assiste ad un nuovo e più marcato raffreddamento, che comporta la scomparsa della flora e della fauna terziaria o al loro relegamento a relitti e ad una decisiva affermazione dell'associazione faunistica e floristica moderna.

Fauna a micromammiferi



La fauna a micromammiferi del villafranchiano riveste notevole importanza biostratigrafica, paleoclimatica e paleoambientale, in modo quasi analogo ai foraminiferi per l'ambiente marino. E' proprio in questo periodo che compare il primo arvicolide, *Promimomys*, cui discenderà il significativo genere *Mimomys* (Fig 1.1): per il solo Villafranchiano ne sono documentate ben 6 specie, con le quali si sono ricostruite autentiche scale

Fig 1.1: primo molare inferiore di varie specie di *Mimomys* (Arvicolidae, Rodentia.)
(Da: www.nature.com).

biocronologiche molto precise (CHALINE e LAURIN, 1986).

Flora

La flora risalente al Villafranchiano europeo è stata dedotta osservando materiale fossile quale detrito vegetale, diatomiti e pollini provenienti da ligniti, sabbie e loess di giacimenti dei Bacini del Reno e di Parigi, del Massiccio Centrale, del Sud dei Pirenei francesi, e di alcune località italiane. I resti vegetali da essi estratti rivelano la presenza di Gimnosperme e Angiosperme: nel primo caso si segnalano specie attualmente ancora presenti in Europa, quali *Pinus*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Abies*, *Picea*. Per le Angiosperme si segnalano *Fagus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Salix*, *Alnus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Asteraceae*, *Ericaceae*, *Poaceae* e *Umbelliferae*. Altri generi sono attualmente scomparsi in Europa allo stato naturale, quali *Tsuga* (Fig. 1.2) e *Carya*.

Anche la flora, così come la fauna, documenta le variazioni climatiche villafranchiane. Durante il Pliocene medio, si estendevano, nelle zone nord-occidentali del bacino del Mediterraneo, folte foreste di *Taxodiaceae*, a segnalare un clima caldo-umido, mentre nella parte sud, già si era affermata una vegetazione di tipo mediterraneo, ad indicare un clima con una certa escursione stagionale di temperatura e di piovosità. Intorno ai 3,2 milioni di anni fa, un ulteriore abbassamento della temperatura comporta una sostituzione del genere *Alnus* con il genere *Quercus*, più adatto a queste nuove condizioni climatiche. Inizia così una lenta ma costante sostituzione delle associazioni vegetali di foresta con quelle di prateria, che poi caratterizzeranno il Pleistocene medio e superiore.

Figura 1.2: *Tsuga* attuale
(da: <http://t2.gstatic.com>).



CAPITOLO II

TAFONOMIA NEI VERTEBRATI

La tafonomia è la branca della Paleontologia che si occupa dello studio dei processi fisici, chimici e biologici cui i resti degli organismi vanno incontro, dalla loro morte fino al loro rinvenimento come fossili.

Nel linguaggio della Geologia, la tafonomia studia il trasferimento di materia dalla biosfera alla litosfera (RAFFI e SERPAGLI, 2004). Lo studio tafonomico costituisce una premessa per le analisi paleoecologiche.

La tafonomia studia, quindi, quattro fasi che si susseguono nel tempo: la morte degli organismi, i processi biostratinomici, il seppellimento definitivo e la fossilizzazione. Questi possono richiedere poco tempo (anche solo pochi anni) o milioni di anni.

In anni recenti, la tafonomia nei vertebrati continentali è stata discussa ampiamente (BEHRENSMEYER e HILL, 1980; FRANZEN, 1985) e si può notare come l'apparato scheletrico fossile dei vertebrati, spesso risulta incompleto (Fig.2.1), poiché le ossa sono molto suscettibili ai processi tafonomici.

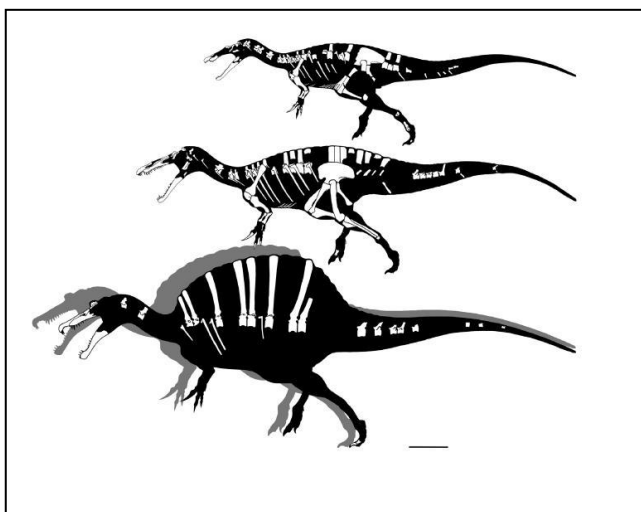


Figura 2.1 Evidenza dell'incompletezza degli scheletri dei vertebrati fossili. Dall'alto: *Baynynx walkeri*, *Suchomimus tenerensis* e *Spinosaurus aegyptiacus*. HARTMAN 2010, da DAL SASSO (2005)

2.1 COMPOSIZIONE DEI VERTEBRATI

La conservazione degli esseri viventi come fossili, è un evento molto improbabile, in quanto, subito dopo la morte, intervengono tutta una serie di fattori chimici, meccanici e biologici che tendono a disgregare le spoglie di un organismo: basti pensare che secondo NICOL (1977), solo l'8% delle specie animali attuali avrà la possibilità di fossilizzarsi.

Nei vertebrati continentali, tale evento è ancora più infrequente, in quanto essi sono dotati di uno scheletro massicciamente articolato, in cui i singoli articoli, cioè le ossa, hanno buona probabilità di venire separati e dispersi. A questo bisogna aggiungere che nell'ambiente continentale prevale l'erosione sulla deposizione e, quindi, sulla conservazione.

Una premessa indispensabile per la fossilizzazione risiede nell'organismo stesso, cioè la presenza di parti dure, le quali hanno una maggior possibilità di conservarsi rispetto alle parti molli (RAFFI e SERPAGLI, 2004).

Nei vertebrati, le parti molli rappresentano i tessuti muscolari, gli epiteli, i tessuti adiposi e molti tessuti connettivi; tutti formati da vari composti organici del carbonio quali proteine, acidi nucleici, lipidi, carboidrati. Le parti dure dei vertebrati sono rappresentate dallo scheletro, che pur contenendo una certa quantità di materia organica, è costituito da un'alta percentuale di cristalli di idrossiapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. I denti hanno una struttura simile alle ossa, ma sono molto poveri di materia organica, soprattutto nello strato di smalto, il quale è costituito per il 98% da fluoroapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$. Anche le scaglie ossee di molti pesci hanno una composizione simile a quella dei denti.

Di conseguenza, potenzialmente, nei vertebrati, si possono conservare più facilmente ossa, denti e scaglie ossee. Le parti molli scompaiono precocemente e possono fossilizzarsi solo in rarissime occasioni.

Nel presente elaborato di tesi, si discuterà soprattutto della fossilizzazione delle parti dure dei vertebrati.

2.2 MORTE DEI VERTEBRATI

E' statisticamente improbabile che un vertebrato giunga alla fine del suo ciclo biologico: molto spesso varie cause naturali, quali la predazione, il soffocamento, l'avvelenamento, l'azione dei parassiti, le ferite, le repentine variazioni dei parametri ambientali portano ad una morte precoce di un vertebrato. Raramente è possibile risalire alle cause di morte: ritrovamenti di segni di morsi sulle ossa fossili indicano predazioni, mentre lesioni e ossa fratturate indicano eventi traumatici come cadute rovinose in burroni o crepacci.

La morte di un vertebrato rappresenta comunque l'inizio della sua storia come potenziale fossile.

2.3 PROCESSI BIOSTRATINOMICI

La biostratinomia è un ramo della tafonomia che studia tutta una serie di processi meccanici, chimici e biologici che tendono a modificare e spesso a rovinare i resti degli organismi. Essi sono detti processi biostratinomici, e tanto più la loro azione è spinta, tanto più diminuisce la possibilità per i resti di conservarsi. Questi processi sono influenzati da fattori intrinseci agli organismi, quali il grado di articolazione e la resistenza delle parti scheletriche, ma anche da fattori ambientali quali pH, temperatura, pressione, umidità, geomorfologia e molti altri.

Necrolisi

Il primo processo cui un vertebrato morto va incontro è la necrolisi, cioè la disgregazione biologica delle parti molli. Può avvenire in anaerobiosi (detta perciò putrefazione) o in aerobiosi (decomposizione). Questi due processi necrolitici sono dovuti ai batteri presenti nell'ambiente o nell'intestino dell'animale stesso.

Un terzo tipo di necrolisi avviene spontaneamente nel vertebrato morto ed è per questo detta autolisi: si verifica per rottura dei lisosomi delle cellule a seguito di un accumulo di anidride carbonica (ora non più smaltita dal sangue), che libera nell'ambiente cellulare una gran quantità di enzimi proteolitici che in breve tempo degradano i tessuti.

I prodotti finali della necrolisi sono molecole semplici come CO_2 , H_2O e, nel caso della putrefazione, anche, gas (come l' H_2S), alcoli e altre piccole molecole organiche.

Disarticolazione

Se la necrolisi procede in modo massiccio, per lo più prima del seppellimento, inizia la disarticolazione, processo che porta all'allontanamento delle ossa dalla loro posizione di vita, mediante l'azione di correnti, vento, ghiacciai, necrofagi. Nei vertebrati, questo processo è particolarmente evidente, in quanto il loro scheletro è fortemente articolato (Fig 2.2).



Figura 2.2: massiccia disarticolazione nei vertebrati fossili. Nella foto: giacimento di Scontrone (Abruzzo). Da: <http://paleoitalia.org>

WEIGELT (1989) suggerisce vi sia una sequenza definita nella disarticolazione. Alle stesse conclusioni è arrivato anche TOOTS (1965), studiando la disarticolazione nelle antilopi, nella pecora domestica (genere *Ovis*) e nel coyote (*Canis latrans*). Entrambi gli studiosi suggeriscono che gli stadi della disarticolazione variano a seconda del taxon, della resistenza dei tessuti connettivi che legano le ossa e dal grado di incastro tra essi (si rimanda anche a HILL, 1980.) Ad esempio, nei grandi mammiferi erbivori, la mandibola si disarticola dal resto del cranio con difficoltà, mentre il distacco di quest'ultimo dall'atlante è facilitato dalla sua elevata mobilità.

Trasporto

Spesso, in un vertebrato, il luogo della fossilizzazione non coincide con il luogo della sua morte, in quanto, spesso i resti dei vertebrati subiscono un trasporto. Esso può essere effettuato mediante azione di carnivori o necrofagi, correnti, vento, ghiacciai, sebbene i primi due rivestano un'importanza maggiore.

I predatori e/o i necrofagi possono trasportare le carcasse in grotte o caverne, dove vi si possono formare anche notevoli accumuli di ossa. Ancora più diffuso è il trasporto *post-mortem* mediante correnti fluviali o marine: spesso il cadavere di un vertebrato sviluppa, in seguito alla putrefazione degli organi addominali, una grande quantità di gas permettendo il galleggiamento e quindi, un marcato

trasporto (ad esempio le carcasse di balena, possono viaggiare, spinte dalle correnti oceaniche, anche per parecchi chilometri prima di depositarsi.) Un ottimo esempio fossile di trasporto *post-mortem*, è offerto dai fossili di dinosauro della formazione Lower Oxford Clay (Calloviano, Giurassico medio) del Regno Unito, i quali risultano essere stati trasportati per 80 km prima di raggiungere il bacino sedimentario (DONOVAN, 1991)

Molto spesso, il trasporto tende a danneggiare le ossa: per tale motivo, nei giacimenti a vertebrati, gran parte delle ossa si presentano rotte in molti punti. Tuttavia, non sempre le cause della rottura delle ossa sono imputabili al trasporto, per questo HILL (1980) ha diviso le cause di danno nelle ossa in tre categorie:

- Causa patologico/traumatica: il danno è avvenuto durante la vita dell'animale; si tratta di fratture in seguito a traumi o cadute,
- Danno post-mortem: sono danni imputabili a predatori, necrofagi, trasporto o calpestio di grandi animali (BEHRENSMEYER, 1979), quando l'animale non era più in vita,
- Danno post-deposizionale: dovuto a dissoluzione diagenetica, nel bacino sedimentario.

Tuttavia, i danni più notevoli sono dovuti al trasporto, i quali vanno sotto il nome di logorio meccanico. Ad esso appartengono due processi: l'abrasione, cioè l'asportazione di materiale dalla superficie ossea per attrito da sfregamento e la frantumazione, ovvero la rottura di frammenti di osso per urto del medesimo con oggetti o altre ossa (RAFFI e SERPAGLI, 2004). La resistenza delle ossa al logorio meccanico è influenzata dallo spessore, dalla struttura, dalle dimensioni e dalla forma complessiva di esse.

Gli effetti del trasporto non si limitano solo al logorio meccanico: esse possono provocare anche selezione meccanica e deposizione orientata.

La selezione meccanica avviene quando un mezzo trasportatore, in particolare una corrente fluviale, rimuove un insieme di ossa in modo selettivo, in base a forma, peso e dimensioni delle ossa stesse. Sulla base a tale presupposto, VOORHIES (1969) ha condotto una serie di esperimenti, osservando come il trasporto agisca in modo diverso a seconda del tipo di ossa, suddividendole in tre gruppi:

- GRUPPO I: parti scheletriche rimosse immediatamente, spesso trasportate per saltazione o flottazione. Esempio: vertebre, osso sacro, sterno, costole, scapole, falangi, ulna.
- GRUPPO II: parti scheletriche rimosse gradualmente, trasportate per trazione. Esempio: femore, tibia, omero, metacarpi, metatarsi, ileo, radio, scapola, falangi, ulna.
- GRUPPO III: parti scheletriche rimosse molto lentamente o non rimosse. Esempio: cranio, mandibola e denti.

Si può dedurre quindi che ossa appartenenti al I gruppo, quali costole e vertebre, vengono trasportate a maggior distanza rispetto ai crani e ai denti.

La deposizione orientata si basa su un concetto analogo e si verifica quando il mezzo trasportatore, una volta persa competenza, inizia a depositare le ossa lungo l'asse maggiore parallelo alla stratificazione. Spesso la disposizione dell'osso indica la direzione delle paleocorrenti e le ossa lunghe si prestano

molto bene a tale fenomeno, infatti tali ossa (femore, tibia, osso cannone,...) presentano due punti, situati alle loro estremità: il centro di spinta, ovvero il punto in cui si concentrano tutte le forze che spingono un corpo, e, nell'estremità opposta il centro di resistenza, ovvero il punto in cui si concentrano tutte le forze che si oppongono alla spinta. La deposizione comporta la sedimentazione dell'osso con il centro di spinta sempre sottocorrente rispetto alla direzione della corrente d'acqua.

Bioerosione

La bioerosione è provocata dall'azione di alcuni organismi in grado di perforare o rodere ossa o gusci, intenti a ricavarne nutrienti o tane.

Nel caso dei vertebrati va ricordato che il fosfato è un nutriente essenziale ed essendo le ossa ricche di queste sostanze, rappresentano un'importante risorsa per altri organismi. Le ossa possono quindi venire bioerose da necrofici, predatori, micromammiferi, ma anche da insetti, gasteropodi, foraminiferi, alghe, spugne, policheti e molti altri. Tutti questi organismi vengono chiamati "bone feeders" e possono nutrirsi, oltre che della frazione minerale dell'osso, anche della parte organica residua.

Anche molti microrganismi possono bioerodere ossa e denti (GOUJET e LOQUIN, 1979).

Spesso, l'osso fossile conserva le tracce di bioerosione (Figura 2.3), come impronte dentarie di mammiferi, o tane scavate all'interno delle ossa da insetti.



Figura 2.3: costa di dinosauro bioerosa da paleomammiferi (MUZZIN, 2010)

Spesso, la bioerosione comporta un indebolimento delle parti scheletriche, rendendole più sensibili ad attacchi chimico-fisici, distruggendosi ben prima dell'inizio della fossilizzazione.

2.4 SEPPELLIMENTO

Un rapido seppellimento, costituisce una delle premesse indispensabili per una buona fossilizzazione, a cui corrispondono un'alta velocità di sedimentazione e una bassa granulometria del sedimento. La situazione più propizia è rappresentata da ambienti in cui avvengono sedimentazioni catastrofiche, in grado di seppellire e soffocare intere comunità, cosa che avvengono durante le frane di detrito di falda o di dune. In questi casi, quindi, il seppellimento è anche causa di morte degli organismi.

I sedimenti sono di vari tipi, ma nel presente elaborato, verranno trattati soprattutto i sedimenti di tipo minerale.

Questo rappresenta il caso più comune, in quanto, gran parte dei sedimenti naturali sono prodotto di erosione delle terre emerse, dando sabbie, ghiaie e peliti, oppure di precipitati chimici o di erosione di gusci e parti scheletriche di varia natura.

Spesso le ghiaie sono sfavorevoli alla conservazione dei resti organici, in quanto la loro granulometria è troppo alta, mentre si prestano molto di più le sabbie e, in particolare, le peliti (limi e argile). Queste ultime, presentano una granulometria molto bassa e risultano essere impermeabili, cosa che impedisce l'ingresso di acqua, ossigeno e batteri, limitando la decomposizione e la dissoluzione dei resti ossei.

Il sedimento inglobante, assieme al fossile, costituisce un buon elemento per lo studio paleoambientale del bacino sedimentario dove è avvenuta la fossilizzazione.

2.5 PROCESSI DI FOSSILIZZAZIONE

I resti ossei sepolti si trovano in un ambiente formato, oltre che dal sedimento, anche da acque interstiziali, che penetrano in esso; tali acque sono delle soluzioni chimiche provenienti dall'oceano, nel caso si parli di ambienti marini, o di origine meteorica o fluvio-lacustre nel caso di ambienti continentali. Il chimismo delle acque interstiziali è diverso da quello delle acque di deposizione, a causa degli apporti di sostanze prodotte dai batteri o provenienti dal sedimento stesso. Benchè siano ben separate, tra le acque deposizionali e i fluidi interstiziali possono verificarsi degli scambi chimico-fisici, ma molto limitati, cosicchè le acque interstiziali mantengono pressochè invariato il loro chimismo. A questo va aggiunto che l'aumento del carico litostatico provoca l'espulsione verso l'alto delle acque interstiziali, le quali rilasciano gradualmente vari tipi di minerali, provocando dissoluzioni, ricristallizzazioni e sostituzioni.

Se le ossa dei vertebrati sono a contatto con acque interstiziali acide e con una buona percentuale di ferro, si può formare un minerale azzurro, la vivianite $\text{Fe}^{2+}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$, anche se non è chiaro se il gruppo fosfato (PO_4^{3-}) che la caratterizza sia realmente derivato dalle ossa.

Si ricorda che la fossilizzazione è influenzata, oltre che dal chimismo delle acque, anche dal tipo di sedimento, dalla pressione, dalla temperatura, dal pH,...

I processi di fossilizzazione sono molteplici e portano alla conservazione delle parti dure e più raramente delle parti molli. Nel presente elaborato, ci si concentrerà di più sulla fossilizzazione delle parti dure e, in particolare, di un solo tipo di fossilizzazione: l'impregnazione.

Impregnazione

E' il processo di fossilizzazione più comune cui i resti dei vertebrati vanno incontro. Una volta che la frazione organica presente nelle ossa si è decomposta in ambiente anaerobico, rimangono delle microcavità, quali i canali di Havers, i canali di Volkmann e i canalicoli. La decomposizione del midollo osseo, localizzato all'interno delle ossa, rivela lo strato spugnoso e una grande cavità interna, la cavità midollare. Queste ultime due, sono le prime parti dell'osso a

subire la fossilizzazione: per effetto del pH e di altri fattori ambientali, che si registrano in ambiente asfittico, le acque possono depositare in esse varie fasi mineralogiche criptocristalline, esempio pirite (FeS_2), calcite (CaCO_3), sfalerite (ZnS), barite (BaSO_4) e più raramente, celestina (SrSO_4) e opale (SiO_2). Essendo la parte spugnosa connessa con la parte superficiale (parte compatta) tramite canalicoli (in precedenza occupati dai vasi sanguigni), anche quest'ultima viene invasa dal minerale impregnante.

Questo tipo di fossilizzazione conserva quindi la matrice ossea principale, fatta cioè di fosfato calcico, ma provoca il totale o parziale ostruimento delle cavità interne dell'osso, rendendolo più robusto e più pesante dell'osso di partenza.

In conclusione, si può affermare che spesso, le cenosi a vertebrati fossili, non sono autoctone, poiché sono composte da organismi sepolti insieme, cioè tanatocenosi (RAFFI e SERPAGLI, 2004) e spesso gli scheletri risultano incompleti e frammentati. Questi due aspetti, sono dovuti ad un trasporto netto e a spinti processi biostratinomici cui le ossa sono soggette, in ambiente continentale.

CAPITOLO 3

IL GIACIMENTO VILLAFRANCHIANO DI STEGGIO (TV)

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO/GEOLOGICO DEL SITO DI STEGGIO

Steggio è una piccola località collinare localizzata ad una latitudine di 45°50' 56" N di Greenwich, ad una longitudine di 11° 51' 45" E di Greenwich e ad un'altitudine di circa 312 m (Figg. 3.1 e 3.2).

Essa si trova a S-W del Comune di Possagno, a cui appartiene ed è collocata ai piedi della Dorsale montuosa formata dal Massiccio del Grappa, dal Monte Pallon e dal Monte Tomba.

Gli scavi geopaleontologici avvenuti negli anni tra il 1991 e il 1993 hanno rivelato che il sedimento che oggi forma la collina di Steggio rappresenta un nuovo litotipo, indicato con il termine informale di "argille di Steggio". Si tratta di una serie di strati di argille verde-grigie, a volte sabbiose e/o ricche di frustoli carboniosi, intercalate più o meno abbondantemente da ghiaie composte da ciotoletti di rocce calcaree e selce di vari colori. L'associazione mineralogica di tali argille è composta principalmente da fillosilicati, quali

illite $(K, H_3O)(Al, Mg, Fe)_2(Si, Al)_4O_{10}[(OH)_2, (H_2O)]$,

caolinite $Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$ e

montmorillonite $(Na, Ca)_{0,3}(Al, Mg)_2 Si_4 O_{10} (OH)_2 nH_2O$.

Abbondante anche un fosfato, la vivianite $Fe^{2+}_3 (PO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Sono state rilevate anche delle faglie su argilla, le prime dell'Italia settentrionale (PANORUZZI e TONON, 1992).

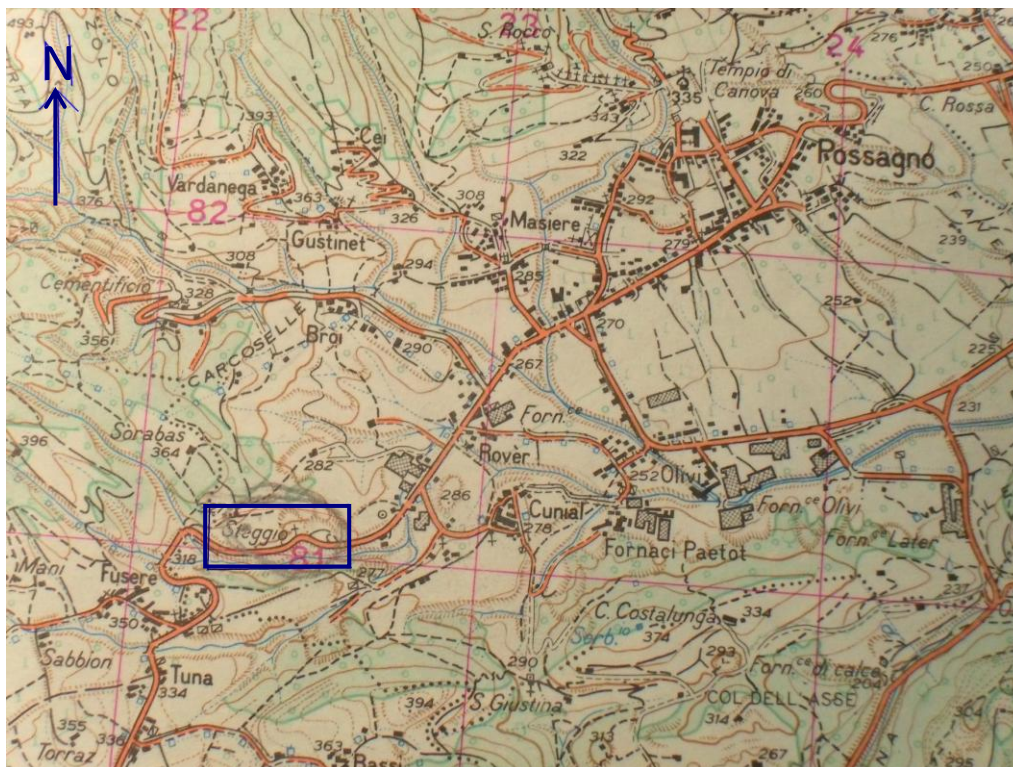


Figura 3.1 Ubicazione del sito di Steggio (TV) (Foto: T. Marchiorato, con modifiche)



Figura 3.2 Il sito di Steggio (TV) nel giugno 2010 (foto di T. Marchiorato)

3.2 BREVE STORIA DEGLI SCAVI

La storia dello scavo paleontologico di Steggio inizia nel 1986, quando un movimento franoso sulla stessa collina, costringe un geologo della regione Veneto, il dott. F. Toffoletto, a recarsi sul luogo, per realizzare alcune trincee per il drenaggio dell'acqua. In una di queste trincee, il dott. Toffoletto rinviene uno strano frammento brunastro, che viene consegnato al Dott. M. Tonon, allora

direttore del Museo delle Scienze di Pordenone, il quale, identifica quel reperto come frammento di tibia di Proboscideato (REGGIANI, 1994).

In seguito ad altri ritrovamenti e a vari sopralluoghi, il Dott. M.Tonon intuisce la presenza di un giacimento paleontologico sotto la collina di Steggio; la cui presunta importanza impone la continuazione dello scavo.

Nel 1991, con l'autorizzazione del Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, ha inizio la prima campagna di scavo, finanziata dalla Comunità del Grappa e dalla ditta Ilca Cunial Coppo Possagno s.p.a. e diretta dal Dott. Tonon stesso.

Seguono altre campagne di scavo, nel 1992 e nel 1993, più approfondite (quella del 1993 in particolare), con l'uso di tecniche nuove e di strumenti innovativi. Grazie a tutto ciò è stato possibile scavare in poco tempo ben 40000 m³ di argilla (BON, 1994), riportando alla luce centinaia di reperti paleozoologici e paleobotanici che verranno restaurati e catalogati al Museo Paleontologico di Possagno, inaugurato per l'occasione il 3 giugno del 1994.

Ogni reperto, una volta svelato dalle benne delle ruspe, è stato fotografato e studiato, per capirne l'orientazione, la giacitura e il contesto stratigrafico; e solo in un secondo momento si è proceduto con la rimozione. Questa fase è stata eseguita lasciando una camicia di sedimento intorno al fossile, per garantire una certa protezione. Ad ogni reperto è stato applicato un cartellino riportante il numero del reperto, l'unità stratigrafica, la data e il luogo di ritrovamento, il tutto è stato imballato con carta da cucina, nastro, nylon e pellicola "Domopack" per evitare l'asciugamento del sedimento e inviato al Museo per la successiva fase: quella della preparazione e del restauro, attività che secondo gli auspici avrebbe dovuto concludersi entro pochi anni, ma a causa di forza maggiore non è del tutto conclusa.

Gli scavi, fino ad oggi, hanno portato alla scoperta di molti animali, in particolare mammiferi, quali, lo *Stephanorhinus etruscus*, un rinoceronte dalle zampe più lunghe rispetto alle specie attuali, un grosso elefante, il *Mammuthus meridionalis* (all'epoca conosciuto come *Archidiskodon meridionalis*), un bisonte noto come *Bison menneri*, i cervidi *Eucladoceros* cfr *senezensis* e *Pseudodama nesti* e un piccolo orso, l'*Ursus etruscus*.

Tra i micromammiferi, il ghiro *Glis minor*, un criceto e un arvicole del genere *Mimomys*.

Lo scavo ha riportato alla luce anche animali invertebrati: numerosi i gasteropodi dulcacquicoli, lunghi pochi micrometri e, eccezionalmente, un coleottero, di cui restano le elitre carbonificate.

Numerosi poi i reperti paleobotanici, che includono fossili di rami, tronchi, strobili, frutti, foglie e pollini di *Quercus*, *Alnus*, *Abies*, *Carpinus*, *Picea*, *Tsuga* e molti altri.

Le indagini geologiche e paleontologiche dimostrano che l'antico paleoambiente di Steggio era un lago, ove vi confluivano vari canali, che, nei periodi di piena trasportavano sedimenti e resti animali e vegetali e che potevano fossilizzarsi nei periodi asfittici cui il lago andava periodicamente incontro. Tuttavia, l'analisi paleoambientale è ancora in corso.

La datazione del lago e quindi dei fossili rinvenuti rimane incerta: è da stimarsi intorno a 1 milione di anni fa, durante il sottopiano geologico continentale noto come Villafranchiano superiore (inizio Pleistocene inferiore). Sarebbe quindi, uno

dei pochi giacimenti villafranchiani dell'Italia nordorientale: ad eccezione di Steggio e di Leffe (BG) attualmente non se ne conoscono molti altri (REGGIANI, 1994).

Nonostante gli scavi siano conclusi da ben 18 anni, molte questioni rimangono in sospeso: Allo stato attuale sono stati trattati e determinati circa 200 campioni, ma si stima ne rimangano altri 50, il materiale faunistico e floristico già trattato va riesaminato, l'analisi paleoambientale va ripresa e non meno importante, la datazione va precisata.

Recentemente è uscito, comunque, un approfondito lavoro paleobotanico (GHIOTTO, 2009.) I ritrovamenti di Steggio e le successive campagne hanno una piccola storia che comprende libri, filmati, una decina di tesi di laurea e molti lavori di carattere paleontologico, museologico/didattico e opportunamente divulgativo (TONON, 1989; PALMA e TONON, 1990; REGGIANI e TONON, 2002).

Alcuni degli obiettivi citati in precedenza, sono stati presi in considerazione da me, durante l'attività di tirocinio formativo svoltasi dal Giugno del 2009 fino a Settembre 2009, in particolare quella di prendere in esame alcuni dei 50 reperti lasciati in sospeso.

CAPITOLO 4

METODI E MATERIALI

4.1 PREPARAZIONE E RESTAURO

L'attività di tirocinio formativo, prevedeva una prima parte di preparazione e restauro dei fossili steggiani, operazione che ha poi permesso uno studio osteologico dei medesimi, attraverso alcune comparazioni delle ossa fossili con calchi osteologici di confronto e con illustrazioni anatomiche. E' seguita poi una seconda parte, blanda, volta allo studio dei processi tafonomici.

L'attività di tirocinio si è svolta soprattutto presso il Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova.

Gli strumenti utilizzati (Fig. 4.1) riguardano una serie di specilli da dentista, utili per la rimozione del sedimento, a cui in seguito è stato affiancato anche un trapano di precisione modello Dremel 300, oltre che a pennelli e spazzole varie per la pulizia finale del reperto.



Figura. 4.1 strumenti e reattivi utilizzati durante il tirocinio (foto di T. Marchiorato.)

Per il restauro dei reperti si sono utilizzati dei reattivi, come il "New Des" e il "Paraloid B/72", in genere impiegati nel restauro artistico/ architettonico, ma che possono essere utilizzati anche nel restauro paleontologico.

Il New des, il cui nome chimico è Benzalconio cloruro, è un solido poco tossico, giallo se puro (Tabella II), trasparente se diluito, è un battericida e viene usato nella pulizia delle tele pittoriche, ma può essere usato, in soluzione acquosa al 15%, per dissolvere gli strati di sedimento che

Nome tradizionale	Cloruro di benzalconio
Nome IUPAC	Cloruro di alchil-benzil-dimetilammonio
Aspetto	Solido giallo (se puro)
Categoria	Tensioattivo anionico
ρ (g/cm ³)	0,9
Solubilità in acqua	4000g/L a 20°C
T di fusione (°K)	302-306 (29°-34°C)
T di ebollizione (°K)	>413°K (>140°C)
Indicazioni di sicurezza	 

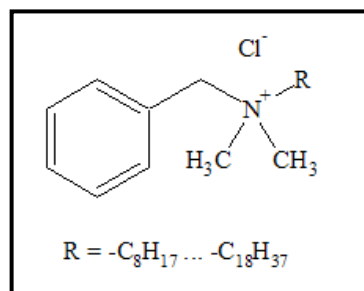


Figura 4.2
New Des, formula di struttura. (<http://farmacologiaoculare.files.wordpress.com>)

Tabella II Scheda delle proprietà chimico-fisiche del New Des

ricoprono parzialmente i reperti fossili. Il New des, infatti, è chimicamente un tensioattivo anionico, composto da un anello benzenico legato ad una catena di 8-18 atomi di carbonio (fig 4.2). Tra i due è presente un atomo di azoto legato a due metili e capace, grazie alla sua carica positiva, di interagire con anioni presenti nei reticoli cristallini dei minerali dell'argilla, disfando il sedimento.

Il secondo reattivo utilizzato è il Paraloid B/72, il cui nome chimico è etilato-metacrilato, è una resina organica di sintesi, preparata in scaglie trasparenti (figura 4.3), chimicamente inerte, stabile e solubile in chetoni e alcoli, ma insolubile in acqua e acidi. Viene usato per il consolidamento delle opere statuarie, ma per il medesimo scopo può essere usato anche sui fossili. Diluito in acetone al 4% e applicato sulla superficie del fossile ha un'azione consolidante, in modo da impedire il disgregamento del reperto, mentre in concentrazione più elevata, al 60% in acetone o più, può essere usato come un collante, reversibile con l'applicazione di acetone puro. Si fa presente che il Paraloid B/72 puro è innocuo, ma quando esso viene usato in soluzione di acetone, è invece tossico, irritante e infiammabile.



Figura 4.3 aspetto macroscopico del Paraloid B/72. (Foto da: <http://upload.wikimedia.org>)

Fondamentali sono l'uso della fotocamera digitale e di un comparatore metrico, utili per documentare le varie fasi dei lavori; e di un quaderno in cui si annotano il giorno, il luogo, gli operatori presenti, le principali attività svolte ed eventuali osservazioni e schizzi. Tutti i dati vanno poi trasferiti su un computer, e con essi le foto.

La determinazione dei reperti è stata effettuata al Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, presso il quale sono depositate una collezione di confronto e le tavole illustrate tratte dal libro *Atlas ostéologique des mammifères*, di PALES (1971), utili a tale scopo. Il principio del metodo utilizzato per la determinazione è quello fondato da Cuvier (1769-1832) e che è attualmente uno dei pilastri della moderna Paleontologia Sistemica, secondo la quale è possibile ricostruire l'aspetto di un organismo, partendo da singoli reperti osteologici.

4.2 PROCEDIMENTO

Preparazione e determinazione

L'attività di preparazione è iniziata fotografando il reperto così come si presentava prima dell'intervento stesso e annotando su un quaderno tutte le informazioni trascritte sul cartellino che accompagnava ogni singolo reperto (Fig.4.4).

Sì è quindi osservato e descritto gli imballaggi che impacchettavano il reperto, così da capire lo stato di conservazione del medesimo. Essi si presentavano imballati, come già accennato, in carta da cucina, nylon e nastro adesivo. Osservandoli, ci si è resi conto che non sempre le condizioni di conservazione erano buone: in molti reperti, il cartellino e la carta con cui erano imballati apparivano macerati dall'umidità, o aderenti al fossile o perfino invasi da muffe nerastre, mentre la colla del nastro aveva fatto adesione sugli imballaggi.

Una volta rimossi gli imballaggi, si è eseguito una seconda fotografia, utile per mostrare il reperto disimballato, che va descritto quanto più dettagliatamente possibile. Spesso, l'osso fossile appariva semisepolto in una camicia di sedimento argilloso-sabbioso di colore verde-grigio, a volte con patine rossastre, probabilmente ossidi di ferro. In altri casi, il sedimento era ricco di ciotoletti di rocce calcaree, come mudstones o packstones a nummuliti e di selci di vari colori, a volte policromatici. In media, i ciotoletti avevano dimensioni che andavano dai pochi mm fino ai 4 cm di diametro, eccezionalmente 7cm. Spesso il sedimento si presentava particolarmente consolidato e ricco di frammenti di detrito vegetale. Esso conteneva anche rari frammenti di cristalli di vivianite. Si ricorda che va eseguita una foto anche del cartellino, per documentare il suo stato di conservazione.



Figura 4.4 a) foto del reperto imballato, b) foto del cartellino, c) foto del reperto disimballato con i vari componenti (foto di T. Marchiorato)

A questo punto sono iniziate le operazioni di preparazione vere e proprie, consistenti in un preliminare trattamento di consolidamento: la parte visibile del fossile è stata impregnata con una soluzione di Paraloid B/72 sciolto al 4% in acetone. La soluzione è stata applicata goccia a goccia, permettendo ad essa di penetrare in profondità nel campione, in modo da garantire un buon consolidamento. Tale operazione va eseguita in cappa chimica, evitando così l'esposizione ai vapori di acetone.

Una volta terminata l'operazione di consolidamento delle parti visibili del campione, si è passati alla rimozione del sedimento; a tale scopo si è usato la soluzione acquosa di New Des al 15%, applicando la soluzione goccia a goccia su varie porzioni di esso e attendendo qualche secondo. Si è, quindi, rimosso il sedimento agendo meccanicamente, utilizzando vari tipi di sondini da dentista o il trapano di precisione modello Dremel 300 (Fig.4.5). Tale operazione, visto la fragilità delle ossa fossili, ha richiesto molta attenzione e scrupolo: si è iniziato tenendosi lontani dall'osso; si è evitato di fare leva su di esso e spesso si è ricorsi all'ausilio di una lente da tavolo per i dettagli più minuti.

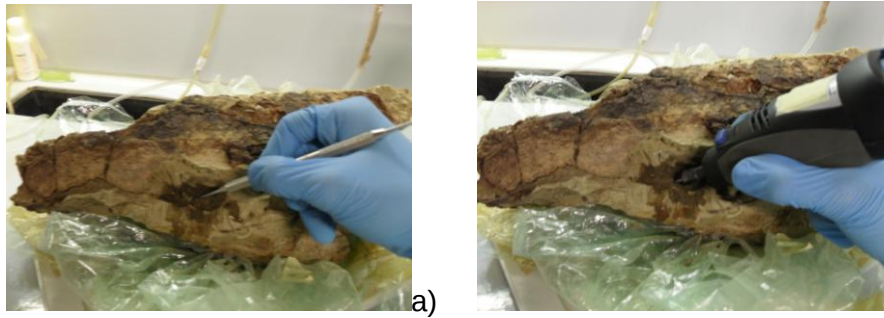


Figura 4.5 rimozione meccanica del sedimento mediante: a) specilli da dentista, b) trapano modello Dremel 300 (Foto di T.Marchiorato)

Due i rischi principali: la possibilità che le crepe, che si propagavano lungo il sedimento, potessero danneggiare il reperto e la possibilità che, asportando il sedimento, questo potesse portare via parte di superficie ossea. Per evitare quest'ultimo rischio, si è ricorsi ad una lente montata, a sondini ad uncino, a pennelli e ad un trattamento chimico più marcato, così da aumentare la precisione delle operazioni.

Eventuali danni sul campione sono stati riparati con soluzione di Paraloid B/72 sciolta al 60% in acetone o con semplice colla Uhu. Si sono scelti questi collanti in quanto reversibili, permettendo così di correggere possibili errori di riparazione.

La sequenza trattamento chimico - trattamento meccanico è proseguita fino a completa asportazione del sedimento, là dove era possibile. In alcuni campioni, infatti, sono stati mantenuti piccolissimi lembi di sedimento, poiché essi si presentavano troppo rischiosi da rimuovere. Anche le concrezioni di ossidi di ferro, presenti in alcuni campioni, non sono state rimosse.

Altri campioni sono stati sospesi, poiché troppo delicati.

La rimozione di polveri e scorie argillose è stata effettuata agendo con spazzole e pennelli molto morbidi.

Si è, quindi, consolidato la rimanente parte delle ossa fossili, precedentemente coperte dal sedimento, con una soluzione al 4% di Paraloid, applicato anche in questo caso, goccia a goccia.

Spesso, il pacchetto conteneva più frammenti, appartenuti al medesimo osso. Si è quindi tentato di ricostruire, là dove possibile, i singoli frammenti, così da ottenere un unico pezzo. Una volta stabilito, dopo vari tentativi, come i singoli pezzi potessero combaciare, questi sono stati riuniti con colla Uhu o una soluzione concentrata di Paraloid B/72 in acetone.

Il sedimento, rimosso durante l'attività è stato raccolto e posto in vari barattoli; verrà esaminato successivamente da un altro collega e sarà argomento di un'altra tesi di laurea.

L'attività terminava con un'ultima foto, che ritraeva il campione alla fine degli interventi di preparazione (Fig. 4.6), con una descrizione del reperto e il riconoscimento delle varie parti anatomiche e con l'elaborazione di un database in cui, per ogni giorno di lavoro, venivano inserite le foto e una scheda tecnica, elaborata in un foglio di Word, dove veniva riassunto quanto fatto quel giorno. Tutti i campioni sono stati quindi schedati con un foglio di Excel 2003.



Figura 4.6 Reperto n°238 alla fine della preparazione. (Foto di T. Marchiorato.)

Terminato il lavoro di pulizia e schedatura del reperto, si è iniziato uno studio morfologico del campione, attraverso l'osservazione dei danni subiti dal reperto in fase di scavo o dai processi biostratinomici, si sono osservati la morfologia e il colore dell'osso, lo si è misurato con righelli o calibri, si sono eseguite osservazioni allo stereomicroscopio, si è cercato di individuare particolarità morfologiche utili in una determinazione momentaneamente approssimativa del tipo di osso, come cavità, malleoli, creste, tubercoli, troclee e molto altro.

Solo successivamente ci si è concentrati su una determinazione sia osteologica che tassonomica più accurata, in particolare dei numeri 238, 235 e 300, in quanto rappresentavano i reperti più riconoscibili. Tale attività è stata eseguita, presso il Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, mediante l'uso delle tavole osteologiche tratte dal libro *Atlas ostéologique des mammifères* di PALES (1971) e di una collezione osteologica di riferimento, depositata al museo stesso.

La prima fase della determinazione è stata quella di capire a quale osso fossile ci si trovava di fronte, cosa non semplice in quanto, come avremo modo di argomentare al capitolo 5, tutti essi apparivano danneggiati. Si è proceduto per confronto, dei reperti fossili di Steggio con le tavole e la collezione, al modo da mettere in luce, attraverso la presenza o l'assenza di caratteri macroscopici, somiglianze quanto più vicine possibili, come la presenza di forami, malleoli, diafisi, epifisi prossimali, epifisi distali e molto altro (Fig. 4.7). Anche la determinazione tassonomica degli animali cui appartenevano le ossa fossili, è stata eseguita in modo analogo.



Figura 4.7 Il reperto n°238 comparato con un bacino di *Bos* e con un'illustrazione del bacino di *Ceratotherium* (foto di T. Marchiorato)

Altri reperti sono stati determinati con maggiore facilità, in quanto inconfondibili, quali i palchi di cervide e le lamelle di molare di *Mammuthus meridionalis*.

Studio dei processi tafonomici

Lo studio dei processi tafonomici è utile per future analisi paleoambientali e anche per un miglioramento delle tecniche di conservazione. Premetto che lo studio tafonomico che ho affrontato è stato molto blando, poiché era volto soprattutto a capire come agire nella conservazione dei repertidi Steggo.

Per uno studio tafonomico, è sufficiente osservare le ossa ad occhio nudo o tramite stereomicroscopio per la rivelazione di rotture, abrasioni, tracce di predazione e/o di bioerosione, mentre l'osservazione del colore, dell'aspetto e l'esecuzione di alcune prove fisiche, ha permesso di supporre quali fossero i processi di fossilizzazione.

Uno studio approfondito della fossilizzazione può essere effettuato con il diffrattometro, tuttavia non è stato possibile utilizzarlo. Si è così proceduti ad un'osservazione macroscopica per poi passare ad un'osservazione allo stereomicroscopio e all'effettuazione di alcune prove fisiche.

Sono dunque stati osservati allo stereo microscopio i campioni numero 238, 194, 145 e 169.

Macroscopicamente, questi campioni presentavano una parte compatta di colore ocra o marrone chiaro, con concrezioni nere, mentre la parte spugnosa poteva essere di colore nero.

Si sono quindi osservati il colore, la lucentezza, l'aspetto, mentre per la durezza (secondo la scala di Mohs), si è preferito operare su un campione indeterminabile, il n° 262, in quanto questa è una prova particolarmente distruttiva.

Per tale prova, si sono scalfiti con l'unghia i vari tipi di materiali componenti il n°262; se resistevano alla penetrazione si scalfiva la loro superficie con una moneta di rame, se anche in questo caso si rivelavano resistenti, venivano scalfiti con uno specillo da dentista. La resistenza ai vari materiali penetranti dava la durezza.

L'insieme di tutte queste proprietà macroscopiche e fisiche, ha poi permesso di effettuare una probabile determinazione del minerale o della classe mineralogica, cui potrebbero appartenere, ed elaborare alcune supposizioni.

CAPITOLO 5

RISULTATI E DISCUSSIONE

5.1 RISULTATI DELLA PREPARAZIONE E DELLA DETERMINAZIONE DEI REPERTI

Dopo la preparazione dei reperti di Steggio, sono emerse tutta una serie di ossa fossili di vertebrati, la Tabella III e le tavole di Fig. 5.1, mostrano tutti i reperti trattati durante l'attività di tirocinio formativo:

Tabella III: risultati delle attività di preparazione e di determinazione sui reperti steggiani.

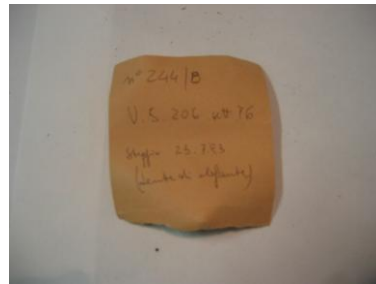
n° campione	Determinazione osteologica	Organismo	Pezzi
N°144/B	Lamelle di molare	<i>Mammuthus meridionalis</i>	4
N°269	Tibia	Famiglia Cervidae	9
N°235	Cfr VI vertebra cervicale	Famiglia Bovidae	5
N°A/30	Strobilo	Gimnosperma	1
N°A/19	Legno	Da determinare	1
N°238	Ileo destro + due gasteropodi	Ileo di Perissodattilo, cfr Rhinocerotidae. Uno dei due gasteropodi è un Helicidae	18
N°147 (II)	Frammento di palco	Famiglia Cervidae	5
N°194	Diafisi	Famiglia Proboscidae	6
N°300	Epicondilo laterale di omero	Famiglia Rhinocerotidae	22
N°145	Costa	Da determinare	13
N°261	Frammento di palco	Famiglia Cervidae	3
N°262	Indeterminabile	Indeterminabile	9

Figura 5.1 tavole illustranti tutti i campioni esaminati durante il tirocinio

- **Tavola I: n° 144/B**



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



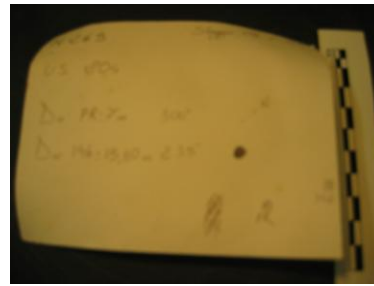
10)

1)campione imballato, 2) cartellino, 3)-4)pezzo 1 prima e dopo la preparazione, 5)-6) pezzo 2 prima e dopo la praparazione, 7)-8) pezzo 3 prima e dopo la preparazione, 9)-10) pezzo 4 prima e dopo la preparazione

Tavola II: reperto n° 269



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)



11)



12)



13)

1) campione imballato, 2) cartellino, 3)-4) pezzo 1 prima e dopo il restauro, 5)- 6) pezzo 2 prima e dopo il restauro, 7) pezzo 3, 8)pezzo 4, 9) pezzo 5, 10) pezzo 6, 11)pezzo 7, 12) pezzo 8, 13) pezzo 9.

NOTE: i pezzi 3, 4 , 5, 6, 7, 8 e 9, al momento del restauro, si presentavano già liberi dal sedimento

Tavola III: reperto n° 235



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



9)

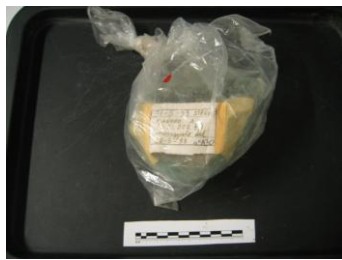


10)

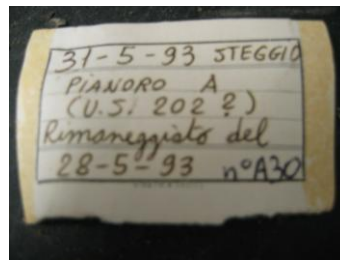
1)Reperto imballato, 2)cartellino, 3)-4) pezzo 1 prima e dopo il restauro, 5) pezzo 2, 6)-7) pezzo 3 prima e dopo il restauro, 9)-10) pezzo 4 prima e dopo il restauro.

NOTE: il pezzo 5 non è stato considerato

Tavola IV: reperto n° A/30



1)



2)



3)



4)

Tavola V: reperto n° A/19



1)



2)



3)

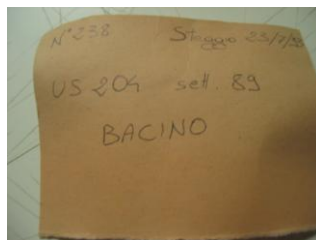
Tavola IV: **1)** reperto imballato, **2)** cartellino, **3)-4)** reperto prima e dopo il restauro

Tavola V: **1)** reperto imballato, **2)** cartellino, **3)** reperto prima dei restauri . Il n° A/ 19 non è stato restaurato

Tavola VI: reperto n° 238



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)



11)



12)



13)

1



14)



15)

34



16)



17)



18)



19)



20)



21)

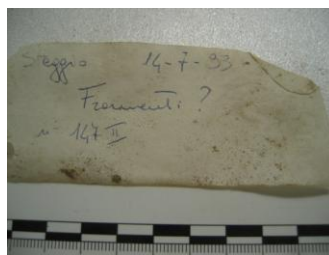
1)reperto imballato, **2)** cartellino, **3)-19)** pezzo 1-17, **20)-21)** pezzo 18 prima e dopo il restauro.

NOTE: i reperti 1-17 non necessitavano di preparazione

Tavola VII reperto n° 147 (II)



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)

Tavola VI: **1)** campione imballato, **2)** cartellino, **3)-4)** pezzo 1 prima e dopo la preparazione, **5)** pezzo 2, **6)-7)** pezzo 3 prima e dopo la preparazione, **8)-9)** pezzo 4 prima e dopo la preparazione, **10)** pezzo 5.

NOTE: il pezzo 2 non è stato preparato

Il pezzo 5 non necessitava preparazione

Tavola VIII reperto n°194



1)



2)



3)

1) campione imballato, **2)** cartellino, **3)** pezzi 1, 2, 3,4,5,6 prima della preparazione

NOTE: il pezzo 1, 2 e 4 e 5 e 6 non necessitavano preparazione

Il pezzo 3 è stato sospeso

Tavola IX: reperto n° 300



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)



11)



12)



13)



14)



15)



16)



17)



18)



19)



20)



21)



22)



23)



24)



25)

1) reperto imballato, **2)** cartellino, **3)-4)** pezzo 1 prima e dopo la preparazione, **4)-25)** pezzi 2-22
NOTE: solo il pezzo 1 necessita di preparazione

Tavola X: reperto n° 145



1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)



11)



12)



13)



14)



14)

1)reperto imballato, **2)** cartellino, **3)-14)** pezzi 1-13

NOTE: solo il pezzo 1 necessitava di preparazione, anche se si è dimostrata blanda; poiché il sedimento inglobava solo una piccola parte della parte spugnosa esposta.

Tavola XI: reperto n° 261



1)



2)



3)



4)



5)



6)

1)reperto imballato, **2)-3)** pezzo 1 prima e dopo la preparazione, **4)-5)** pezzo 2 prima e dopo la preparazione, **6)** pezzo 3

NOTE: il pezzo 3 non necessitava di preparazione.

Dopo la preparazione, ci si è resi conto che la maggior parte dei fossili non era in buono stato: benché, a priori, nessun osso sembrasse danneggiato dall'umidità che ha invece macerato la carta, le ossa si presentavano frammentate in più punti, danni dovuti soprattutto ai processi biostratinomici e secondariamente alle fasi di scavo. La maggior parte dei reperti apparteneva sia a mesomammiferi che a macromammiferi, sebbene eccezionalmente siano emersi, dal campione n°238, due gasteropodi fossili lunghi pochi mm.

I reperti ossei arrivavano a raggiungere dimensioni che variavano dai pochi millimetri fino ai 21 cm. La parte superficiale spesso si presentava essere incrostata da concrezioni, altri frammenti presentavano una parte compatta di colore ocre o marrone mentre le trabecole apparivano di un nero lucente. Molte ossa erano di forma cilindrica o erano piatte.

Reperto n° 194

Il n° 194 (vedi tavole fig. 5.1) era rappresentato da 6 frammenti allungati, dotati di parte ossea compatta molto spessa e molti di essi erano incrostati da concrezioni di idrossidi di ferro. La superficie ossea appare di colore giallo ocre e i frammenti misurano fino ad un massimo di 13 cm di altezza.

Si tratta di frammenti di diafisi di macromammifero, probabilmente un Proboscideato.

Reperto n°238

Il campione era composto da 18 pezzi di varie dimensioni. La superficie ossea si presentava marrone scuro, le trabecole apparivano nere. Dei 18 pezzi, solo il 18° pezzo (Fig. 5.2) appariva più riconoscibile: esso, lungo 21 cm e alto 17 cm, si presentava a forma di ascia, con una piccola apofisi terminale che emergeva lungo una strozzatura dell'osso. Presentava un lato concavo e uno convesso. Esso, visto la particolare forma, si è rivelato essere un bacino, per esattezza un frammento di ileo.

Dopo attento confronto del n° 238 con un bacino di *Bos*, ci si è resi conto che il fossile di Steggio non apparteneva ad un Bovidae. Il confronto con un campione di un bacino di un giovane cavallo attuale (*Equus caballus*), dimostra che il reperto n°238 è molto affine ad esso, benché sia più probabilmente simile al bacino di un rinoceronte. La comparazione del reperto con la tavola osteologica n°111 del libro *Atlàs ostèologique des mammifères* (PALES, 1971) e rappresentante il bacino di un rinoceronte bianco (*Ceratotherium simum*), conferma che il reperto è morfologicamente e dimensionalmente simile ad un bacino di Rhinocerotidae. Presenta quindi caratteri in comune sia con gli equidi, che con i rinoceronti, anche se la somiglianza è più prossima ai secondi. Gli altri 17 frammenti, più piccoli, sono di dubbia identità, ma potrebbero trattarsi di frammenti persi dal 18° pezzo.

Si auspica, dunque, la riparazione dei vari frammenti.

Concludendo, si può ipotizzare che il reperto n° 238 rappresenta l'ileo destro di un Perissodattilo, affine ai Rhinocerotidae.

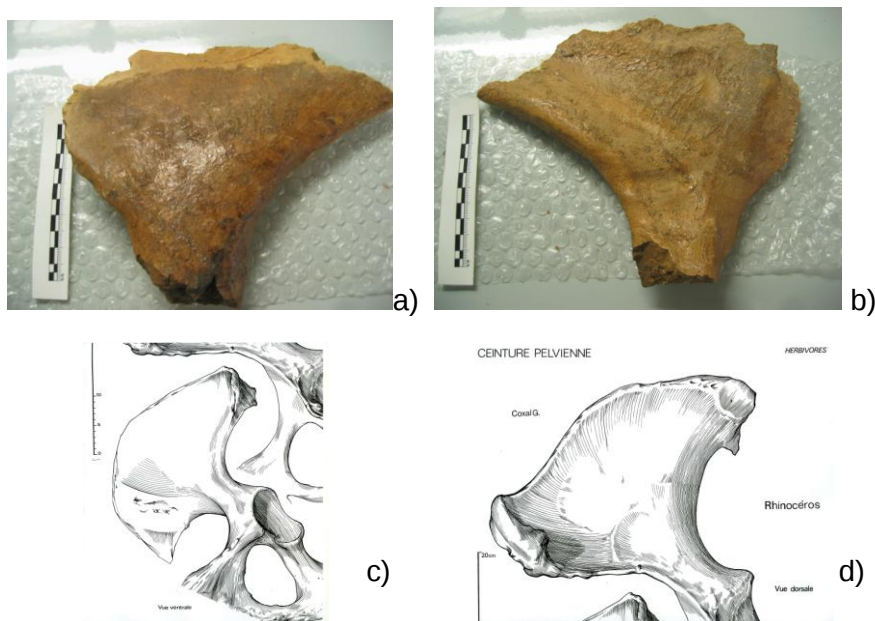


Figura 5.2 il n°238; a) lato ventrale, b) lato dorsale. (foto di T. Marchiorato.)
c) e d) ileo di *Cerathotherium simum* (PALES, 1971)

Reperto n° 300

Esso conteneva 22 frammenti ossei, tutti dotati di una parte compatta molto spessa e di colore marrone scuro, le trabecole apparivano invece nere. Molti di loro non necessitavano di pulizia, in quanto si presentavano già disinglobati dal sedimento.

I frammenti presentavano varie lunghezze, dai 3 cm ai 6 cm, e gran parte di essi aveva l'aspetto di una diafisi, ad eccezione del n°300/20°pezzo (Fig. 5.3), che invece si presentava arrotondato, tozzo, ma particolarmente spianato lungo uno dei lati.

Tale fossile è stato riconosciuto, per comparazione con un omero di *Bos*, come frammento di epicondilo laterale di omero.

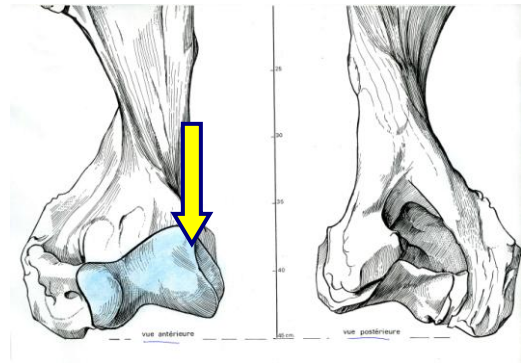
Tuttavia, il campione mostrava delle differenze in quanto, il reperto di Steggio mostrava dimensioni leggermente maggiori e una forma dell'epicondilo più a clessidra, tipica quindi dei Rhinocerotidae. Il confronto con le tavole osteologiche n°64 e 65 dell'atlante di PALES (1971), illustranti un omero di *Ceratotherium simum*, ha confermato tale supposizione.

Gli altri frammenti del n°300 probabilmente rappresentano i resti della diafisi omerale.

Figura 5.3 a) n° 300/20°pezzo (Foto di T. Marchiorato), b) estremità distale di omero di *Ceratotherium simum* (PALES 1971, con modifica)



a)



b)

Reperto n° 235

Il reperto osseo era composto da 5 campioni, di colore giallo ocre, ma è stato il n°235/1°pezzo (Fig. 5.4) a presentarsi, seppur fragilissimo e danneggiato, come una vertebra fossile di macrovertebrato.

Altri frammenti, si sono presto rivelati come parti di questa vertebra, come il condilo articolare, la spina vertebrale, e due prezigapofisi, alcuni dei quali sono stati riconnessi, tramite colla Uhu, con il 1° pezzo.

Il confronto del reperto n°235 con lo scheletro assile del collo di *Bos*, suggeriva che il reperto corrispondeva probabilmente alla VI vertebra cervicale, per via di una riduzione dell'ispessimento della cresta caudale dell'ipocentro e una marcata apofisi centrale nell'ipocentro vertebrale. Il reperto è stato poi comparato anche con vertebre cervicali di *Bison* e *Equus caballus*, per determinare la specie. Appare molto simile sia a *Bison*, che a *Bos*, mentre non presentava affinità con *Equus*. Si può quindi supporre che il n° 235 rappresenti probabilmente la VI vertebra cervicale di un Bovidae.



a)



b)

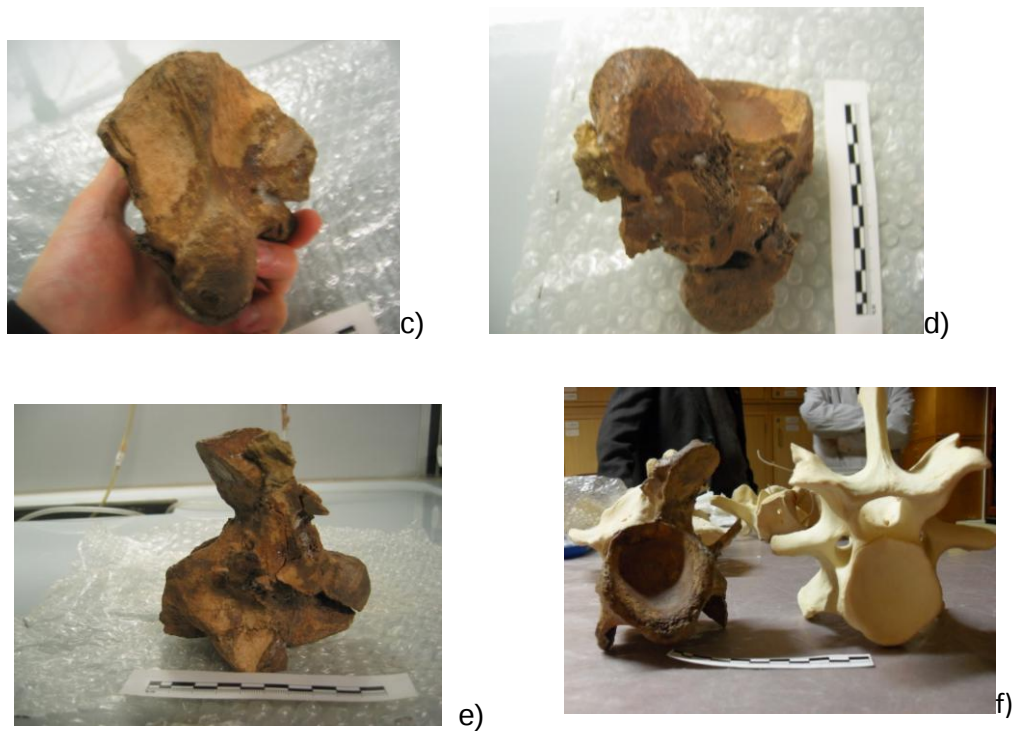


Figura 5.4 reperto n°235; a) lato caudale, b) lato craniale c) lato ventrale, d) lato dorsale, e) vista laterale, f) comparazione con vertebra cervicale di *Bos* (foto di T. Marchiorato.)

A priori, il n°244/B (fig. 5.5) rappresentava 4 lamelle del molare di *Mammuthus meridionalis*, in quanto esso era probabilmente l'unica specie di proboscideato presente a Steggio durante il Villafranchiano superiore.

Le lamelle mostravano gli strati di smalto e dentina, divenuti azzurrognoli, mentre le radici e la superficie masticatoria si presentavano danneggiati dai processi tafonomici. Spesso una concrezione rossiccia di idrossidi di ferro li incrostava. Misuravano un massimo di 7 cm di altezza e 5,5 cm di lunghezza e presentavano un profilo lievemente curvo.



Figura 5.5 campione n° 244/B, rappresentante quattro lamelle di molare di *Mammuthus meridionalis* (Proboscidea, Elephantidae.) Foto di T. Marchiorato.

Reperto n°269,

Conteneva 9 pezzi di osso lungo, (vedi tavole di fig. 5.1) spesso rotti sia alle estremità e sia longitudinalmente. Misuravano un massimo di 9,5 cm di lunghezza.

La superficie ossea si presentava marrone in certi frammenti, in altri giallo-ocra. Dopo parziale ricostruzione, è stato identificato come diafisi tibiale, in quanto presentava sezione pseudotriangolare e la parte finale della cresta tibiale era intatta. Si denotava un marcato allargamento dell'osso verso la cresta tibiale e un restringimento progressivo verso il lato distale.

Essendo molto lunga e di diametro limitato, probabilmente tale tibia apparteneva ad un mammifero molto veloce, forse un piccolo cervide.

Reperto n°147 (II)

Era composto da 5 pezzi cilindrici (vedi tavole di fig.5.1), ma con profonde scanalature, erano sfogliati longitudinalmente e lunghi fino a 9,5 cm: si tratta probabilmente di frammenti di palco di cervide, ma essendo troppo frammentari, non è stato possibile determinare la specie.

Reperto n° 261

Anche il n°261 rappresentava alcuni frammenti di palco di cervide, ma essendo di forma pseudoconica e per lo più ricco di perle, potrebbe rappresentare parte della rosetta del palco (vedi tavole Fig. 5.1). Tuttavia, anche in questo caso, la specie rimane ignota.

Reperto n°145

Il reperto si presentava come un osso a bacchetta (vedi tavole di figura 5.1), compresso dorso ventralmente, allungato e lievemente curvo, nel suo tratto terminale tendente ad appiattirsi e a allargarsi sempre di più. Misurava circa 18,5 cm di lunghezza ed era rotto lateralmente. La parte compatta si presenta robusta, mentre le trabecole sono state asportate dai processi tafonomici. Si ritiene che esso rappresenti i resti di una costola di macromammifero, ma non è stato possibile determinare la specie.

Reperto n° 262

Essendo rappresentato solo da minuscoli frammenti di osso lunghi pochi mm, si è rivelato indeterminabile sia osteologicamente, sia tassonomicamente.

Reperti n° A/30 e il n° A/19

I reperti n° A/30 e n°A/19 (vedi tavole fig. 5.1) si sono rivelati essere reperti vegetali fossili e quindi non sono stati presi in considerazione, in quanto gli studi paleobotanici esulano dallo scopo della presente tesi.

Il Dott. Gatto, del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova, si è offerto di determinare e studiare i due gasteropodi fossili emersi insieme al reperto n°238 (fig. 5.6). Dalle misurazioni fatte allo stereomicroscopio, si è stabilito che i due molluschi, misurano rispettivamente 3,302 e 6,306 mm di diametro. Un esemplare (A), di 3,302 mm di diametro, con un avvolgimento trocospirale a spira bassa, grosso umbone e piccola apertura sifonostomica, è stato determinato come appartenente alla famiglia Helicidae, il secondo esemplare (B), alto 6,306 mm, con avvolgimento trocospirale a spira alta, con una grossa apertura sifonostomica, si è invece dimostrato indeterminabile. Nessuno dei due esemplari risulta avere ornamentazioni, se non poco evidenti.

I due esemplari erano comunque dulcacquicoli e vissero proprio nel lago di Steggio, risalgono, quindi, al Pleistocene inferiore e non sembrano esserci evidenze di *time everenging*.



Figura 5.6 microfotografia dei due gasteropodi emersi dal campione n°238 (foto di T. Marchiorato, ingrandimento 50X)

5.2 RISULTATI DELLO STUDIO TAFONOMICO

Non essendo state trovate tracce di predazione, né di parassitismo o malattie, è difficile stabilire quale sia stata la causa di morte dei vertebrati rinvenuti a Steggio ed esaminati durante il tirocinio.

Le ossa fossili presentavano un alto grado di disarticolazione, poiché spesso nei pacchetti si ritrovavano ossa singole. Spesso tali ossa risultano per lo più frammentate e abrase in più punti: delle ossa lunghe rimaneva solo la diafisi, spesso rotta lateralmente, e le trabecole potevano risultare asportate. Anche ossa molto robuste, come quelle del n°194 e del n°244/B apparivano danneggiate (Fig. 5.7), il che ci permette di pensare ad un trasporto fluviale con una corrente molto forte.



Fig. 5.7 evidenze di frammentazione nel reperto n°194 (Foto di T. Marchiorato)

Tuttavia, alcune delle rotture e le abrasioni potrebbero anche essere imputabili alle operazioni di scavo.

Non è stato possibile osservare deposizione orientata o selezione meccanica.

Il seppellimento è avvenuto in detriti minerali, in prevalenza argillosi con intercalazioni di ciotoletti di selce o rocce calcaree (per maggiori informazioni riguardanti il sedimento si rimanda al capitolo 4).

Durante l'esperienza di tirocinio, non sono state osservate tracce di bioerosione, si cita però un'ulna di *Stephanorhinus etruscus*, scoperta durante gli scavi, che presentava tracce di bioerosione da micromammiferi (fig. 5.8).



Figura 5.8 bioerosione da micromammiferi su un'ulna di *Stephanorhinus etruscus* (Perissodactyla, Rhinocerotidae), scoperta a Steggio. (foto di M. Tonon, con modifiche)

Per lo studio della fossilizzazione, si sono da prima considerati i colori delle ossa, a cominciare dal materiale giallo- ocra. Esso è presente nella parte compatta e nei bordi esterni delle trabecole ossee, più raramente esso ostruisce, in tutto o in parte, i bordi interni delle trabecole (Figura 5.9).

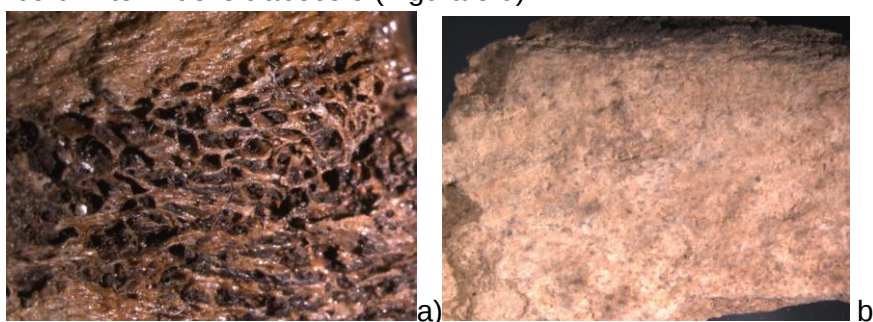


Figura 5.9 microfotografie delle ossa dei vertebrati fossili di Steggio: a) parte spugnosa, b) parte compatta. Si nota la presenza di ossidi di ferro, di vari colori, impregnanti sia la parte compatta sia la parte spugnosa. L'interno delle cavità delle trabecole è poco ostruito, il che indica una fossilizzazione poco spinta. (Foto: T. Marchiorato; ingrandimento: 50X)

Il materiale giallo ocra mostrava una forma terrosa o incrostante, presentava lucentezza terrosa e non veniva scalfito con l'unghia, ma da una moneta di rame e/o da uno specillo in acciaio, rivelando così una durezza compresa tra 3 e 6. Questa formazione mineralogica potrebbe rappresentare degli idrossidi di ferro, tra i quali probabilmente la limonite, poiché molto comune.

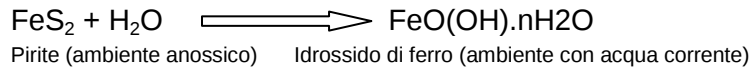
Un secondo tipo di materiale presente nei fossili di Steggio è di colore nero o marrone e si trova soprattutto nella parte spugnosa, ma essendo morfologicamente e fisicamente molto simile al precedente, potrebbe trattarsi anche in questo caso di idrossidi di ferro.

Si è notato tuttavia che la fossilizzazione dei resti ossei steggiani è molto blanda, in quanto la parte spugnosa è solo in piccola parte invasa dal minerale impregnante. Essendo costituito probabilmente da idrossidi di ferro, potrebbe indicare un ambiente d'acqua lotica, in continuo movimento e ben areata.

Questi idrossidi sono stati depositi dalle acque o forse derivano dall'alterazione di solfuri già presenti nell'osso. E' comune che i solfuri si formino in ambiente anossico, con circolazione di acque e ossigenazione scarsi o nulli. Molti batteri anaerobici, in ambiente asfittico, degradando le proteine di collagene presenti

nella componente organica delle ossa, possono dare origine all'acido solfidrico (H_2S). Tale sostanza è fortemente reattiva con gli ioni Fe^{2+} , presenti nelle acque circolanti o liberati dalla decomposizione dei globuli rossi, provocando così la precipitazione di minerali quali la pirite (FeS_2) e altri solfuri nelle ossa (CARPENTER, 2001).

E' quindi ragionevole supporre che, nei periodi asfittici, le ossa siano state impregnate di pirite e altri solfuri, che hanno invaso le microcavità delle ossa, fossilizzandole. In seguito, durante i periodi di acqua corrente, i solfuri si siano alterati per azione dell'acqua e dell'ossigeno, originando gli idrossidi di ferro:



Questa potrebbe dunque essere l'origine degli idrossidi presenti nei fossili di Steggo, tuttavia, allo stato attuale delle conoscenze, non si è in grado di stabilire se vi siano tracce di criptocristalli di solfuri. Tale supposizione è quindi da valutare e da supportare con dati petrografici, diffrattometrici, geochemici, paleoambientali e litologici.

CAPITOLO 6

CONCLUSIONI

I reperti restaurati e studiati durante il tirocinio, appartenevano probabilmente a cervidi, bovidi, rinoceronti e proboscidi. Questo tipo di fauna, potrebbe indicare condizioni di clima temperato caldo con zone boschive alternate a radure, nelle vicinanze del lago, (BON e GHIOTTO, 1994), anche se tali dati richiedono analisi più approfondite.

Anche i reperti più compatti risultano frammentati e logorati, il che indica un trasporto molto marcato in una corrente d'acqua molto forte, come si denota anche dal sedimento, che contiene intercalazioni ghiaiose. La fossilizzazione, a cui è seguita forse un'alterazione, potrebbe indicare un paleoambiente con periodi di acqua stagnante con fondale asfittico, alternato a periodi di acqua corrente; anche se tale supposizione va supportata da molte altre prove e dati.

Da questa esperienza ho capito che il lavoro sui fossili implica precisione, costanza e anche pazienza.

Il lavoro da svolgere è ancora molto, perché restano vari reperti da preparare e determinare; e, mentre restauro e determinazione proseguono, si avverte la necessità di un lavoro di sintesi sul giacimento di Steggio, i cui dati danno un significativo contributo alle scienze del settore, cui spero di aver dato un piccolo contributo.

BIBLIOGRAFIA

- BEHRENSMEYER A. K. and BOAZ E. D., 1980 - The recent bones of Amboseli National Park, Kenya, in relation to East African paleoecology. In: A. K. Behrensmeyer and A. P. Hill (eds.) *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*, University of Chicago Press., Chicago, 79-92
- BON M., 1994 - Una nuova tecnica di scavo. In: *Steggio, una storia di argilla e fossili*, 1994, a cura di Tonon M., realizzazione Prometeo Coop a.r. l., edizione Media House, Cosenza, **9**:89.
- BON M., GHIOTTO P. 1994 - Steggio un milione di anni fa. In: *Steggio, una storia di argilla e fossili*, 1994, a cura di Tonon M., realizzazione Prometeo Coop a. r. l., edizione Media House, Cosenza, **11**: 106.
- CARPENTER K., 2001 - How to make a fossil: part 1- fossilizing bone. In: *Journal of paleontological science*, Denver Museum of nature end science , Denver (CO), **7**
- CHALINE J., LAURINE B. ,1986 - Phyletic gradualism in a European Plio-Pleistocene *Mimomys* lineage (*Arvicolidae*, *Rodentia*). In: *Paleobiology* **12**:.203-216.
- DAL SASSO C., MAGANUCO S., BUFFETAUT E. and MENDEZ M.A., 2005 - New information on the skull of the enigmatic theropod Spinosaurus, with remarks on its sizes and affinities, *Journal of Vertebrate Paleontology*, Society of Vertebrate Paleontology, **25**(4): 895.
- DONOVAN S. K., 1991-*The process of fossilisation*, edited by Donovan S. K., London, **12**, 275.
- FRANZEN J. L., 1985 - Exceptional preservation of Eocene vertebrates in the lake deposit of Grube Messel (West Germany). In: H. B. Whittington and S. Conway Morris (eds.)-Extraordinary fossil biotas: their ecological and evolutionary significance. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London*, London, (B) **311**:181-186.
- GARUTT W. E., 1998 - Is there a genus Archidiskodon Pohling 1885, of the family Elephantidae Gray, 1821? In: *Cranium* **15.1**, pp. 15-20
- GHIOTTO P., 2009 – La carpoflora del bacino lacustre di Steggio (Treviso, Prealpi orientali), In: *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali*, vol 27, Torino, **3**-99.
- GLIOZZI E., MALATESTA, A., 1993. *Il Quaternario Marino e continentale del Lazio. Guida Geologica Regionale del Lazio*, S.G.IEd BE-MA, Milano, 74-77, 2 f.
- GLIOZZI E, ABBAZZI L., ARGENTI P., AZZAROLI A., CALOI L., BARBATO L., DI STEFANO G., ESU D., FICCARELLI G., GIROTT O., KOTSAKIS T., MASINI F.,

MAZZA P., MEZZABOTTA C., PALOMBO M. R., PETRONIO C., ROOK L., SALA B., SARDELLA R., ZANALDA E., TORRE D., 1997- Biocronology of selected mammals, molluscs and ostracods from the middle Pliocene to the late Pleistocene in Italy. In: *The states of the art Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Milano, **103**(3), 369-388.

GLIOZZI E., RODRIGUEZ-LAZARO J., NACHITE D., MARTIN-RUBIO M. & BEKKALI R., 2005 - Overview on Neogene Leptocytherids from Italian and Spanish basins: biochronological and palaeogeographical implications. In: *Palaeogeographu, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **225**: 283-301.

GOUDJET D., LOQUIN M. V., 1979- *Découverte de spores fongiques dans les écailles de poisson et d'agnathes paléozoïques: Micobystovia lepidophaga* gen. et sp. Nov, *Compte Rendu, 104e Congrès de la Société des Savants, Bordeaux* , **1**, 87-99.

HILL A. P., 1980 - Early postmortem damage to the remains of some contemporary East African mammals. In: A. K. Behrensmeyer and A. P. Hill (eds) *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*, University of Chicago Press., Chicago, 131-152.

LANDINI W., PETRONIO C., 2005 - Il Plio-Pleistocene. In: *Paleontologia dei vertebrati in Italia*, 2005, a cura di Buonfiglio L., *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona-2°serie*, Scienze della Terra-6, 186-199 .

LAVOCART R., 1966 - *Faune et flores préhistoriques dell'Europe occidentale - Tomo III*, Boubée, Paris, 486

MAGLIO V. J., 1973- *Origin and evolution of the Elephantidae*, American Philosophical Society, Harvard University, Philadelphia, **63**, 1-149.

MUZZIN S. T., 2010 - Dinosaur-chewing mammals leave behind oldest known tooth marks, In: *Paleobiology*, Yale University, Yale New Haven (CONN).

NICOL D. 1977- The number of living animal species likely to be fossilized. In: *Florida scientist*, **40**, 135-139.

PALES L., MICHEL G. A. et CHARLES L., 1971-1981 - *Atlàs ostèologique des mammifères*

Les membres 1,1

Les membres 1,2

Tête, rachis, ceintures scapulaire et pelvienne 2,1

Tête, rachis, ceintures scapulaire et pelvienne 2,2

Paris, editions CNRS.

PALMA P., TONON M., 1990 – L'ombra del pachiderma. In: *Archeologia viva*, n°9, anno IX, **1**:244

PANORUZZI P., TONON M., 1992 – Il bacino lacustre villafranchiano di Steggio (Treviso, Prealpi Venete): primi dati stratigrafici ed evidenze neotettoniche. In: *Il Quaternario* 2°- **251/268**

RAFFI S., SERPAGLI E., 2004 - *Introduzione alla Paleontologia*, Utet, Torino, 654

REGGIANI P., 1994 – Tutto cominciò con un osso. In: *Steggio, una storia di argilla e fossili*, 1994, a cura di Tonon M., realizzazione Prometeo Coop a. r. l., edizione Media House, Cosenza, 160

REGGIANI P., TONON M., 2002 - Il Museo Paleontologico di Possagno (TV), Poster, Giornate Paleontologiche. In: *Società Paleontologica italiana*.

TONON M., 1989 – MAMMUT '89, Comune di Pordenone, **1:244**

TOOTS H., 1965 - Sequence of disarticulation in mammalian skeletons. In: *University of Wyoming Contribution to Geology*, **4**, 37-39.

VOORHIES M. R., 1969- Taphonomy and population dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna, Knox Country, Nebraska. In: *University of Wyoming Contribution to Geology Special Paper*, **1:1**

WEIGELT J., 1989 - *Recent Vertebrate Carcasses and Their Paleobiological Implications*, University of Chicago Press., Chicago.

WEB

<http://farmacologiaoculare.files.wordpress.com>

www.nature.com

<http://paleoitalia.org>

<http://t2.gstatic.com>

<http://upload.wikimedia.org>

ALLEGATI

Come già menzionato al capitolo 6, i reperti restaurati e studiati durante il tirocinio appartenevano probabilmente a cervidi, rinoceronti, bovidi e al proboscideato *Mammuthus meridionalis*. Nei seguenti allegati, sono riportate le informazioni più importanti riguardanti tali mammiferi, quali osteologia, dentizione, storia geologica, tendenze evolutive, paleoecologia e paleobiogeografia; sulla base di LAVOCART (1966), per poi concludere con un dibattito riguardante la denominazione del *Mammuthus meridionalis*.

A tal proposito, nel presente elaborato, si è deciso di seguire la nomenclatura di MAGLIO (1973), in quanto la più accettata.

ALLEGATO I: I CERVIDI

(Miocene inferiore -Attuale)

Classificazione:

REGNO: Animalia

PHYLUM: Chordata

SUBPHYLUM: Vertebrata

CLASSE: Mammalia

ORDINE: Artiodactyla

SOTTORDINE: Ruminantia

FAMIGLIA: Cervidae, GOLDFUSS 1820

I Cervidae costituiscono una famiglia molto diffusa di mesomammiferi, anche nei depositi geologici sono ampiamente rappresentati e diversificati. Sono caratterizzati dalla presenza dei palchi, delle strutture ossee ramificate e annualmente caduche, presenti soprattutto nei maschi. In una specie attuale, l'idropote (*Hydropotes inermis*), entrambi i sessi sono sprovvisti di palchi.

Le zampe sono dotate di quattro dita, di cui solo le due centrali poggiano al suolo e solo queste sono dotate di unghia a zoccolo.

Osteologia

Il cranio dei cervidi si distingue, nelle varie specie, per la forma, la struttura e il volume che esso può contenere. Ad esempio il cranio del cervo nobile (*Cervus elaphus*) risulta più allungato di quello del camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*). Il cranio dei cervidi presenta un premascellare non attaccato ai nasali ed è dotato di un grande osso lacrimale.

Le orbite posseggono due orifizi nervosi, collocate in una depressione assai profonda.

La mandibola è fortemente allungata, dotata di una grande fossa mesenterica arrotondata e due processi condilari che fanno da articolazione con la mascella.

Caratteristica distintiva dei Cervidae sono i palchi.

I palchi sono strutture ossee caduche, per lo più ramificate e ricoperte temporaneamente da uno strato di tessuto epiteliale riccamente vascolarizzato ed innervato, detto velluto. Sono costituite da un asse principale, chiamata asta, da cui partono numerose ramificazioni, dette pugnali. L'asta e i pugnali sono percorse da profonde scanalature dette solchi, ove trovano alloggiamento i vasi

sanguigni del velluto. La base del palco è detta rosetta, una struttura cilindrica ricca di tubercoli a forma di goccia, le perle.

Il palco si innesta nello stelo, un'estroflessione conica dell'osso frontale.

In genere, solo il maschio è dotato di palchi, nel quale essi iniziano a svilupparsi all'età di circa 1 anno, a questo stadio non presentano ramificazioni. Nel *Cervus elaphus* i palchi in genere compaiono a fine estate e cadono all'inizio della primavera dell'anno successivo. Ogni anno, compaiono due nuovi pugnali e i palchi sono rivestiti dal velluto, che dopo poche settimane si distacca, lasciando il palco scoperto. Si ritiene che anche in molte forme fossili di cervide avvenissero medesimi fenomeni.

Il numero, la forma e la disposizione dei pugnali è utile nell'identificazione dei Cervidae attuali, mentre in quelli fossili risulta più difficile, poiché nei depositi geologici, dei palchi spesso non restano che frammenti di pugnali o parte dell'asta. In un palco fossile, la presenza della rosetta indica un palco perduto naturalmente dal cervide, quando esso era ancora in vita.

L'omero, nel *Cervus elaphus* è dotato di una tuberosità esterna più voluminosa della testa.

L'ulna e il radio dei Cervidae sono molto simili a quella dei Bovidae, ovvero appaiono fuse tra loro, con un'ulna a bacchetta, che tende ad assottigliarsi e a fondersi sempre di più con il radio, procedendo verso l'apofisi stiloide.

L'osso cannone anteriore dei cervidi è un lungo osso con faccia anteriore convessa e faccia posteriore profondamente scavata, soprattutto in *Cervus elaphus*. La diafisi dell'osso cannone anteriore è molto assottigliata nei pressi dell'articolazione distale e si nota un forte appiattimento sia lungo le articolazioni distali e prossimali. Il contorno delle pulegge articolari può essere a volte smussato, a volte marcato.

L'osso cannone posteriore è più lungo e più stretto di quello anteriore, e risulta compresso lateralmente. Nei Cervidae, esso è formato dal III e dal IV metacarpo. Esso è dotato di una grondaia posteriore molto marcata.

Il femore dei cervidi presenta una diafisi cilindrica e risulta lievemente incurvato. Nella renna (*Rangifer tarandus*), il grande trocantere appare più sviluppato di quello del cervo nobile, quest'ultimo, tuttavia, possiede fossette per i legamenti più marcate.

Nella renna, la fossetta digitale è molto evidente, è poco pronunciata nel cervo nobile, mentre è assente nel camoscio. Nei cervidi, la linea è spesso unita alla fossa sovracondilare, la quale è situata al di sopra del condilo esterno. Anteriormente, la parte distale del femore presenta troclee con grondaie nette. Il femore del cervo nobile presenta una cresta sovra trocleare ben visibile, mentre nella renna e nel camoscio sono poco pronunciate. Se visti di profilo, i due condili distali del femore dei cervidi, appaiono molto prominenti, grandi e compressi lateralmente.

La tibia dei cervidi è lievemente curva, ricorda una S allungata, con una diafisi appiattita.

Tale appiattimento risulta più accentuato un po' al di sopra dell'estremità distale.

La faccetta articolare esterna, la spina e la faccetta articolare interna sono diverse nel cervo nobile, nella renna e nel camoscio.

La cresta anteriore è molto prominente e compressa lateralmente, essa termina molto dolcemente lungo la diafisi e, nel suo tratto finale, tende a puntare verso il lato esterno della tibia.

Dentizione

La formula dentaria è la seguente:

I 0/3; C(1)/1; P3/3; M3/3 per un totale di 32 o 34 denti.

Gli incisivi hanno in genere una forma di paletta, anche se i due incisivi centrali risultano più grossi. Essi, in oltre, sono molto simili nelle varie specie e si distinguono solo per le dimensioni: esempio, gli incisivi di *Cervus elaphus* sono più grossi di quelli di *Rupicapra rupicapra*.

Il canino superiore è impiantato ai lati dell'osso mascellare, mentre il canino inferiore è molto simile agli incisivi. Ad eccezione di *Hydropotes inermis*, i cervidi attuali non sono più dotati di grandi canini a zanna.

Nel Cervo rosso attuale (*Cervus elaphus*) il III premolare ha il metacono e l'ipocono formanti un'U aperta verso il lato linguare del dente, mentre nel IV premolare, se presente, tale configurazione è formata da ipocono, parastiloide e paracono.

I molari sono di tipo brachiodonti con cuspidi formanti delle mezzelune sulla superficie masticatoria del molare stesso (molare selenodonte)

Le cuspidi linguari dei molari inferiori sono molto più sviluppate di quelle labiali.

Le renne fossili possedevano un III molare dotato di tre cuspidi, mentre attualmente ne posseggono solo due.

Storia geologica

I parenti più prossimi ai cervidi comparvero circa 20 milioni di anni fa, durante l'Oligocene superiore, in Europa, Asia e Africa; essi appartenevano alla famiglia dei Moschidae, di cui oggi sopravvive il solo mosco (genere *Moschus*).

Con il Miocene inferiore fecero la comparsa i primi veri cervidi, in particolare in Asia e Europa, come i generi *Lagomerix* e *Procervulus*, i quali si presentavano come piccoli mammiferi sprovvisti di palchi o con palchi piccoli e poco ramificati, ma con mascelle munite di grosse zanne.

Cervidi con caratteri attuali, cioè quelli appartenenti alla sottofamiglia Cervinae, comparvero nel Miocene superiore, tra i quali il genere *Pliocervus*, mentre un genere attuale, *Cervus*, comparve nel Pliocene inferiore, circa 5 milioni di anni fa. Con questi ultimi, le dimensioni dei cervidi aumentarono (2 m o più, al garrese), mentre i palchi aumentarono le loro ramificazioni e le loro dimensioni. Per contro, le zanne iniziarono a regredire, fino a venire perdute o a lasciare un canino vestigiale. Sempre nel Miocene superiore comparve la sottofamiglia Capreolinae, comprendente gli attuali caprioli (genere *Capreolus*).

Nello stesso periodo, il cervo americano attuale (genere *Odocoileus*), oltrepassò lo stretto di Bering, diffondendosi in America settentrionale.

I daini (genere *Dama*), compaiono invece nel Pleistocene inferiore, circa 1,8 milioni di anni fa.

Durante il piano geologico continentale del Villafranchiano, fece la sua comparsa il genere *Eucladoceros*, così nominato per i molteplici pugnali di cui erano dotati i propri palchi, ben 12. Lungo più di 2,80 m e alto al garrese ben 1,80 m, fu uno dei più grandi cervidi mai esistiti.

Nel Pleistocene si ha una grande radiazione adattativa dei cervidi ed è proprio in quest'epoca che comparve un altro grande cervide: il *Megaloceros giganteus*, il cui palco era lungo ben 3 m e l'animale raggiungeva un'altezza di 2 m al garrese. Il megacero è superato solo dall'alce attuale (*Alces alces*) e dal Cervalce che possono accrescersi fino ad un'altezza di 2,3 m al garrese.

Per contro, nel medesimo periodo, nelle isole del Mediterraneo, comparvero forme di cervidi nane, quali *Candiacervus*, adattate ad una vita insulare, e quindi con scarsità di cibo e spazio. Contemporaneamente, il genere *Eucladoceros* scomparve del tutto.

In America settentrionale, nel Pleistocene, si documenta il più grande cervide mai esistito: il Cervalce, o *Cervalces scotti*, parente stretto dell'attuale alce, mentre, sempre nello stesso periodo le renne (genere *Rangifer*), comparvero in Asia, ma si diffusero velocemente anche in America Settentrionale, attraversando lo stretto di Bering.

Riformatosi l'Istmo di Panama, i cervidi si diffusero, durante il Pleistocene, anche in America meridionale: ancora oggi, in quelle zone, prolifera il genere *Blastocerus*.

Il *Megaloceros giganteus* si estinse tra 9200 anni fa e 9400 anni fa, mentre fino a pochi anni fa si riteneva si fosse estinto alla fine dell'ultima glaciazione, circa 10000 anni fa. Circa 11000 anni fa scompare anche *Cervalces* assieme a molti altri cervidi, mentre sopravvissero *Cervus*, *Alces*, *Capreolus* e altre forme che costituiscono l'associazione moderna.

Tendenze evolutive

Considerando le specie fossili, si può dedurre che l'evoluzione della famiglia dei Cervidae si è mossa lungo queste vie:

- Aumento delle dimensioni,
- Sviluppo dei palchi,
- Aumento del numero dei pugnali,
- Sviluppo della lunghezza della tibia, dell'ulna e del radio,
- Riduzione delle zanne, fino a completa scomparsa.

Paleoecologia

Osservando i cervidi attuali e la dentizione nei reperti fossili, si può dedurre che i cervidi estinti fossero erbivori, si nutrono soprattutto di piante erbacee, anche se non disdegnano frutti, cortecce e gemme. Sono euritermi e riescono a vivere a tutte le latitudini e in una vasta gamma di ambienti diversi, come i loro antenati estinti.

Tracce di morsi e impronte dentarie su molte ossa fossili, suggeriscono che i cervidi fossero preda di ursidi, felini, tra i quali i pericolosi *Machairodontinae*, canidi e ienidi.

Paleogeografia

Nel passato geologico, i cervidi erano diffusi in Europa e in Asia.

Successivamente si sono affermati anche in America settentrionale e meridionale.

Anche in una piccola zona dell'Africa, a nord del Sahara, si sono rinvenuti resti fossili attribuibili a cervidi.

Attualmente risultano estinti in Africa, mentre sono stati introdotti in Oceania dall'uomo.

I reperti suggeriscono che i cervidi vissero in zone boschive, nelle radure, nelle paludi o in praterie, a tutte le latitudini e altitudini, dalle pianure alle alte montagne, come i loro discendenti attuali.

ALLEGATO II: I BOVIDI

(Miocene inferiore-Attuale)

Classificazione:

REGNO: Animalia,

PHYLUM: Chordata,

SUBPHYLUM: Vertebrata,

CLASSE: Mammalia,

ORDINE: Artiodactyla,

SOTTORDINE: Ruminantia,

FAMIGLIA: Bovidae, GRAY 1821.

I Bovidae sono una famiglia di mammiferi piuttosto ubiquitaria sul nostro Pianeta ed essi sono molto diversificati: le dimensioni vanno dai 25 cm di lunghezza, fino ai 4,35 m di lunghezza. Anche i loro resti fossili sono molto abbondanti nei depositi geologici; in particolare di due generi: *Bos* e *Bison*. Tutti i Bovidae sono ruminanti e dotati di quattro dita, munite di zoccoli, di cui solo quelle centrali toccano il suolo. Spesso i Bovidae sono dotati di corna molto diversificate.

Osteologia

Il seguente capitolo, tratterà soprattutto i generi *Bos* e *Bison*, in quanto maggiormente studiati dalla Paleontologia dei vertebrati, a causa, come già accennato, di una maggiore documentazione fossile relativa a questi due generi.

Le più evidenti differenze tra *Bos* e *Bison* stanno nelle corna e nelle vertebre cervicali, che comunque difficilmente si rinvencono intatte nei giacimenti fossili.

Le corna di *Bison* presentano grandi scanalature, più marcate rispetto a *Bos*.

Il cranio di *Bison* mostra una protuberanza occipitale molto evidente, mentre in *Bos* è piccola o assente.

Nel *Bison*, i processi vertebrali delle vertebre toraciche e della VII cervicale sono molto più sviluppate rispetto a quelle di *Bos*.

Altre differenze sono riscontrabili nei metacarpi, che sono più sviluppati in *Bison*; e nei molari, più squadrati in *Bison*.

In generale, lo scheletro fossile dei bovidi presenta somiglianze con quello dei Perissodattili, in particolare dei rinoceronti e dei cavalli e addirittura con quello di alcuni Carnivora, come gli orsi.

Il cranio è estremamente variabile: può essere allungato o appiattito, e il frontale dispone di cuscinetti per le corna.

Esse sono sempre presenti in un paio, di varie dimensioni e forme. Sono costituite da un nodulo osseo interno, ricoperto da un astuccio di cheratina. Le corna possono essere dritte oppure arcuate e presentano scanalature più o meno marcate, tanto longitudinali quanto trasversali.

L'omero risulta grande e massiccio, la sua diafisi mostra una spessa cresta deltopettorale con varie smussature. L'epifisi distale porta dei grossi epicondili, ma con strozzature meno evidenti rispetto a quanto accade nei rinoceronti.

L'ulna è saldata al radio ed è dotata di un grande oleocranio piatto e di forma ovale. Essa è per lo più fortemente a sezione triangolare e tende ad assottigliarsi e appiattirsi molto lungo l'epifisi distale e contemporaneamente, a fondersi con il radio, così come accade nei Cervidae.

L'osso cannone anteriore è massiccio, tozzo e compresso dorsoventralmente e si distingue da quello dei cervidi per una grondaia posteriore poco marcata. L'osso cannone posteriore risulta più allungato di quello anteriore, anche se comunque robusto.

La tibia dei Bovidae è caratterizzata da una diafisi curva, con una cresta tibiale molto lunga che non termina bruscamente lungo la diafisi e, nel suo tratto terminale, punta verso il lato esterno dell'osso. L'epifisi prossimale è provvista di faccetta articolare interna, spina bilobata grande e faccetta laterale esterna. L'epifisi distale, piuttosto larga se paragonata al diametro della diafisi, dispone sia di malleolo interno che esterno, quest'ultimo, sottile.

Dentizione

La dentizione dei bovidi attuali, che si è imposta già dal Miocene superiore, può essere definita tramite la seguente formula dentaria:

Gli 0/3 , C 0/1, P0-3/3; M3/3, per un totale di 32 denti.

Se non vi sono canini, esiste un lungo diastema tra gli incisivi e i premolari.

Si assiste ad un passaggio dal molare subbrachiodonte a quello ipsodonte, dovuto ad una dieta più ricca di piante erbacee. Le cuspidi, sulla superficie masticatoria, presentano una forma di mezzaluna: questo tipo di molare, simile per lo più a quello dei cervidi, è definito selenodonte.

In genere, i molari sono larghi, a sezione pseudoquadrangolare e, sul lato linguare, presentano una piccola estroflessione che li rende vagamente simili ad un tozzo tridente.

Storia geologica

La famiglia Bovidae comparve nel Miocene inferiore, a circa 20 milioni di anni fa, con il genere *Eotragus*, diffuso in Europa, Asia e Africa: si trattava di forme piccole e adattate alla corsa, affini alle attuali antilopi, e abitavano soprattutto habitat boscosi.

I bovidi esplosero già nel Miocene superiore, quando comparvero specie adattate anche alle praterie, quali la sottofamiglia Bovinae, comprendente i generi *Bos* e *Bison*.

Bison, è probabilmente comparso nel Pleistocene inferiore. Secondo alcuni paleontologi, potrebbe essere strettamente imparentato con *Leptobos eruscus*, vissuto in Europa nel Pleistocene, mentre *Bos*, secondo STEHLIN (1933), non sembra avere antenati europei. Nel Pleistocene, *Bison priscus* attraversò lo Stretto di Bering, stabilendosi in America settentrionale, riempiendo il vuoto lasciato dai rinoceronti e dai proboscidi, in forte declino fin dal Pliocene.

Tendenze evolutive

L'evoluzione dei Bovidae ha seguito queste direzioni:

- In alcune specie, aumento delle dimensioni,
 - Comparsa delle corna,
 - Riduzione in dimensioni dei premascellari,
 - Aumento in dimensioni delle ossa mascellari,

- Graduale perdita degli incisivi superiori,
- Riduzione del numero dei premolari, fino a due,
- Riduzione delle dimensioni dei canini,
- Aumento del numero di specie dotate di molari ipsodonti, per effetto dell'espansione degli ambienti erbosi.

Come i Rhinocerotidae e i Proboscidae, anche i Bovidae passarono da un ambiente di foresta a uno di prateria, cosa che ha richiesto una modificazione profonda della dentizione.

Paleoecologia

La maggior parte dei bovidi è erbivora e ruminante, si nutrono soprattutto di piante erbacee e di piccoli arbusti. Tuttavia, una particolare sottofamiglia, quella dei Cephalophinae, è divenuta onnivora, predando insetti e addirittura piccoli rettili e uccelli.

I Bovidi sono in genere euritermi, anche se sembra che *Bison* sia più resistente e adattabile rispetto a *Bos*.

I bovidi sono predati facilmente da felini, canidi e ienidi, così come avveniva in passato, tuttavia i grandi bovidi, come *Bos* e *Bison* potevano essere aggrediti solo da grossi predatori, come i Macairodontinae e gli Ursidae.

Alcuni bovidi, come il genere *Bison* sono solitari, altri sono invece gregari, come il genere *Ovis* e questo, sebbene con un certo margine d'incertezza, è documentabile anche con le forme fossili.

Paleobiogeografia

I resti fossili dei Bovidae sono stati scoperti in giacimenti paleontologici situati in tutti i continenti, ad eccezione dell'Antartide e dell'Oceania, i quali provano che essi vissero in una vasta gamma di habitat, dalle tundre al deserto, dalle praterie alle aree boschive, e persino sulle isole. Anche ad oggi i bovidi sono assai diffusi, ma alcuni di loro, come i bisonti (Genere *Bison*) sono divenuti rari in America Settentrionale e in Europa, dove sopravvive una piccola mandria di *Bison bonasus* nella foresta della Bialowieza, in Polonia.

I Bovidae sono stati introdotti dall'uomo anche in Oceania.

ALLEGATO III: I RINOCERONTI

(Eocene medio- Attuale)

Classificazione:

REGNO: Animalia,

PHYLUM: Chordata,

SUBPHYLUM: Vertebrata,

CLASSE: Mammalia,

ORDINE: Perissodactyla,

FAMIGLIA: Rhinocerotidae, GRAY 1820

I rinoceronti sono dei macromammiferi ungulati appartenenti alla famiglia Rhinocerotidae, molto diffusa e diversificata durante il Terziario. Oggi tale famiglia è rappresentata solo da cinque specie, ed è in via di estinzione.

Le zampe dei Rhinocerotida sono dotate di tre dita, terminanti con un'unghia a zoccolo. Tutte e tre le dita poggiano al suolo

Osteologia

La maggior parte dei Rhinocerotidae dal Miocene all'Attuale, presenta i seguenti caratteri osteologici: un cranio allungato o piatto, a seconda della specie, dotato di nasali molto robusti e parzialmente fusi, il nasale stesso e il frontale presentano cuscinetti per l'inserzione dei corni nasali. Questi ultimi possono essere in numero da uno a due, con il corno rostrale più sviluppato. Per lo più, essi difficilmente si preservano allo stato fossile, in quanto risultano composti da fasci di cheratina cementati tra loro e sono sprovvisti di nodulo osseo interno. La mandibola è incapace di compiere movimenti ortogonali rispetto alla mascella.

I corpi vertebrali appaiono più alti che larghi, nelle vertebre cervicali, per lo più spesso circolari, le spine vertebrali delle vertebre dorsali risultano molto lunghe, i processi trasversi delle lombari sono più robusti di quelli delle dorsali. Da notare la presenza di 4 vertebre sacrali e 22 vertebre caudali.

Sono presenti 20 paia di coste, fortemente curve.

La scapola rivela una forma decisamente ovale, con spina simile a quella dei Proboscidiati. L'omero dei Rhinocerotidae è caratterizzato da diafisi con forte torsione, da una cresta delto-pettorale molto piccola e con cavità oleocranica profonda. Troclea distale e epicondili con evidente forma a clessidra.

L'Ulna mostra una diafisi particolarmente triangolare, contrariamente ai Bovidae e ai Cervidae, non risulta né fusa con il radio né assottigliata lungo la parte distale. L'apofisi stiloidale è priva di prominenze.

Nei rinoceronti, poi, il bacino presenta un ileo simile a quello dei Proboscidiati, in quanto a forma di alabarda e privo di processi o apofisi, sia nel lato dorsale che nel lato ventrale.

Il femore è corto, tozzo con collo corto ed evidente terzo trocantere.

La tibia è corta e tozza, ma robusta, con spina evidente, faccette articolari pronunciate, malleolo esterno notevole, mentre il malleolo interno è poco pronunciato. La diafisi tibiale presenta una cresta anteriore smussata e che punta verso il malleolo interno.

Dentizione

La dentatura dei rinoceronti moderni si è affermata a partire dal Miocene, ed essa risulta adattata ad una dieta erbivora consistente soprattutto in piante erbacee.

La formula dentaria è la seguente:

I 0-2/2, C0/0, Pm3-4/3-4, M3/3

Gli incisivi sono conici e rudimentali; spesso quelli superiori scompaiono con l'età dell'animale.

In genere, i canini sono assenti.

I premolari tendono ad assomigliare molto ai molari, che nelle specie più moderne, sono di tipo ipsodonte, con molte cuspidi fuse (molare lofodonte).

La corona dei molari risulta ricoperta di smalto, mentre la radice da cemento.

Nei molari superiori, il protocono e l'ipocono sono ben distinguibili, mentre il metacono e il paracono sono collegati da una depressione trasversale, l'ectolofo. Con l'usura, si formano delle estroflessioni uncinati su protocono, ectolofo e metacono.

Citando un esempio di studio dentario, nello *Stephanorhinus etruscus* i molari sono brachiodonti, quelli superiori si distinguono da quelli di altre specie di

rinoceronti per le dimensioni contenute, per la brevità della corona e per la lucentezza dello smalto, per la carenza di cemento e la presenza del cingolo, un cuscinetto marcato che avvolge la base della corona dentaria. Il III molare superiore si distingue facilmente per la sua forma pseudotriangolare. Nel II molare superiore è visibile il lobo anteriore, mentre quest'ultimo è scomparso nel I molare superiore. Il parastilo del IV premolare è chiaramente visibile, mentre è appena accennato nel II e nel III. *Stephanorhinus etruscus* è sprovvisto sia di canini sia di incisivi.

Altro metodo che permette di determinare lo *Stephanorhinus etruscus* è quello di ricavare il rapporto lunghezza totale dei tre molari inferiori/lunghezza degli ultimi due premolari: esso deve dare un numero inferiore a 2.

Storia geologica

La famiglia Rhinocerotidae compare nell'Eocene medio, con forme probabilmente evolutesi dai Condilartri.

Queste prime forme, ancora molto piccole e più semplici, erano sprovviste di corna nasali, avevano molari brachiodonti e vivevano in aree boschive; si citano i generi *Teletaceras* e *Uintaceras*, scoperti nell'America settentrionale.

Già nell'Oligocene, tuttavia, è documentato un aumento delle dimensioni dei Rinoceronti, con la comparsa del genere *Trigonias*, sprovvisto di corna. Nello stesso periodo compaiono gli Aceratheriini, dotati di zampe lunghe, adattati quindi alla corsa e alla vita nelle praterie. Con essi, compaiono le corna nasali e questi tipi di rinoceronti sopravvissero fino a 4 milioni di anni, nel Pliocene.

Sempre nell'Oligocene, fanno la loro apparizione sul Pianeta i Teleoceratini, ovvero un tipo di rinoceronti con aspetto e abitudini simili a quelle degli ippopotami.

Con l'avvento del Miocene, inizia un deterioramento climatico che comporterà la sostituzione delle foreste con le praterie. Ciò causò la comparsa degli Elasmotherini, rinoceronti dotati di molari ipsodonti e lofodonti, cioè in grado di masticare piante erbacee, notevolmente più coriacee, poiché ricche di silice. Si ricorda il genere *Elasmotherium*, dotato di un impressionante corno nasale lungo oltre 1 m.

Nel Plio-Pleistocene, gli Elasmotherini danno origine ai generi attuali, come *Ceratotherium* e *Diceros*. Significativa è la comparsa del genere *Stephanorhinus*. Il sottopiano geologico continentale del Villafranchiano superiore europeo è rappresentato da *Stephanorhinus jeanvireti*, forma che viene rimpiazzato da *Stephanorhinus etruscus* circa 1,9 milioni di anni fa, il quale sopravvivrà fino alla fine del Villafranchiano, a circa 900000 anni fa, alla fine del Pleistocene inferiore. Dopo tale limite, *Stephanorhinus etruscus* si evolve nello *Stephanorhinus kirchbergensis*, che sopravvivrà fino a quasi alla fine dell'ultima glaciazione, circa 10000 anni fa.

Alla fine del Pliocene, scompaiono i rinoceronti con molari brachiodonti, mentre si afferma completamente la dentizione ipsodonte.

Nel Pleistocene, le glaciazioni provocheranno l'estinzione di quasi tutti i rinoceronti in America settentrionale, in Europa e in Asia, mentre compare *Coelodonta antiquitatis*, il celebre rinoceronte lanoso.

Al termine dell'ultima glaciazione, *Coelodonta antiquitatis* scompare, probabilmente anche per effetto della diffusione dell'uomo, mentre si definisce l'areale attuale dei rinoceronti.

Tendenze evolutive

I Rhinocerotidae si sono evoluti secondo queste linee:

- Aumento in dimensioni,
- Comparsa delle corna nasali, molto diversificate nelle specie fossili,
- Diminuzione delle dimensioni delle vertebre cervicali,
- Ossa lunghe più tozze e robuste,
- Piedi larghi con falangi ungueali più piatte,
- Gabbia toracica con coste più massicce,
- Comparsa dei molari ipsodonti a spese della brachiodontia, dentale più sviluppato e cresta sagittale più sviluppata.

Tutte queste tendenze evolutive, sono state mosse dall'aumento in dimensioni, dal passaggio da un ambiente di foresta ad uno di prateria e dalla necessità di mangiare di più, per mantenere un organismo più sviluppato e quindi più dispendioso. Le corna nasali sono probabilmente una risposta alla comparsa di predatori più efficienti, così come le grandi dimensioni.

Paleoecologia

L'osservazione dei Rhinocerotidae attuali ci permette di ipotizzare quali ruoli e quali nicchie ecologiche occupassero i Rhinocerotidae del passato geologico.

Attualmente i rinoceronti sono erbivori e si nutrono prevalentemente di piante erbacee e piccoli arbusti, ma probabilmente i rinoceronti estinti si nutrivano anche di fogliame, in quanto il loro cranio non risultava inclinato verso il basso, ma si trovava ad essere parallelo con il piano frontale dell'animale, come accade in *Stephanorhinus etruscus*.

I rinoceronti vivevano in varie zone, dalle foreste alle praterie, alle zone montane o pedemontane, alcuni di loro avevano abitudini più simili agli ippopotami e quindi trascorrevano molto tempo in acqua.

Attualmente vivono solo nelle grandi pianure africane e nelle foreste tropicali, ma senza allontanarsi troppo dall'acqua.

I rinoceronti attuali sono stenotermi e stenoidrici, il clima caldo li costringe a cercare riparo per molte ore nelle zone ombrose e a bere parecchi litri d'acqua al giorno. Spesso il caldo li rende irrequieti e aggressivi.

Probabilmente anche in passato i rinoceronti erano stenotermi, ma si ritiene che sia esistita anche qualche specie euriterma.

Attualmente, i rinoceronti non sono socievoli e formano piccoli gruppi di pochissimi esemplari, oppure vivono isolitari.

I radi fossili, per lo più di individui isolati, inducono i paleontologi a ipotizzare che anche in passato i rinoceronti fossero solitari, tuttavia, in paleontologia è difficile avanzare stime di questo tipo, a causa della scarsità di documentazioni fossili.

Un rinoceronte adulto è troppo pericoloso per essere aggredito dagli attacchi dei carnivori: la loro pelle coriacea, le loro dimensioni e le corna nasali sono un buon deterrente contro i predatori; e questo doveva avvenire anche in passato. Sono vulnerabili in età precoce, e questo certamente accadeva anche ai loro antenati fossili.

Paleobiogeografia

Adattati ad un clima caldo, tipico del Periodo Paleogene, i Rhinocerotidae erano diffusi in tutti i continenti, ad eccezione di Antartide e Australia.

Come già accennato, un abbassamento della temperatura dell'emisfero nord, avuto luogo nel periodo Neogene, ha comportato l'estinzione della famiglia da tali regioni.

Oggi i Rhinocerotidae sopravvivono nell'Africa sub sahariana, in particolare in Kenia, Tanzania, Uganda e in Asia meridionale, in India e sull'isola di Sumatra.

ALLEGATO IV: MAMMUTHUS MERIDIONALIS

Classificazione:

REGNO: Animalia,

PHYLUM: Chordata,

SUBPHYLUM: Vertebrata,

CLASSE: Mammalia,

ORDINE: Proboscidea,

FAMIGLIA: Elephantidae, GRAY, 1821

GENERE: *Mammuthus*,

SPECIE: *M. meridionalis*, NESTI, 1825

Sinonimi: *Archidiskodon meridionalis*, *Elephas meridionalis*

Il *Mammuthus meridionalis* fu uno dei più grandi proboscidi mai esistiti: era alto 4,50 m, lungo 6 m e pesante 7 t. Morfologicamente, era molto simile all'elefante indiano attuale (*Elephas maximus*), soprattutto per il dorso meno arcuato, rispetto a quello dell'elefante africano (*Loxodonta africana*). Le zanne erano di dimensioni eccezionali per qualsiasi elefante attuale, se si pensa che esse potevano raggiungere i 3,5 m di lunghezza.

Dentizione

La formula dentaria è la seguente: I 2/0, C0/0, M3/3

Gli incisivi superiori erano a zanna, mentre i molari risultavano composti da singole lamelle, ricoperte da smalto e immerse in un tessuto osseo acellulare simile allo smalto: il cemento. La loro inclinazione verso l'interno della bocca, la morfologia della superficie masticatoria e il rapporto lunghezza/ larghezza (L/I) dei molari e la frequenza lamellare permettono di identificare la specie. *Mammuthus meridionalis* appartiene ad una nuova linea di proboscidi comparsi a partire dal Pliocene: con l'estensione degli habitat a prateria, la dentizione dei proboscidi passò da bunodonte a ipsodonte e quest'ultima caratterizza ancora i proboscidi moderni.

Storia geologica

Mammuthus meridionalis compare nel Villafranchiano superiore (1,6 milioni di anni fa) e sopravvisse per 1 milione di anni, estinguendosi alla fine di tale sottopiano geologico (900000 anni fa): un intervallo stratigrafico relativamente contenuto.

Anche se vi sono delle incertezze, probabilmente il *Mammuthus meridionalis* discese da *Mammuthus subplanifrons* o da *Archidiskodon gromovi* (MAGLIO, 1973) del Pliocene inferiore, ed era a sua volta il probabile antenato di

Mammuthus trogonterii, il quale diede origine al ben noto mammoth lanoso (*Mammuthus primigenius*.)

Paleoecologia

Il *Mammuthus meridionalis* era erbivoro e si cibava soprattutto di dure piante erbacee. Gli adulti di questa specie erano praticamente invulnerabili agli attacchi dei predatori, mentre erano molto più esposti i piccoli.

Probabilmente *Mammuthus meridionalis* non era un mammifero particolarmente specializzato e viveva quindi in molti tipi di ambienti, quali radure, savane e foreste: per questo tale proboscideato non è da considerare come un buon indicatore paleoambientale. Probabilmente era stenotermo e stenoidrico: gli ambienti che ospitavano *Mammuthus meridionalis* non dovevano presentare grandi escursioni termiche e dovevano fornire una buona e continua quantità d'acqua.

Paleobiogeografia

Resti fossili di *Mammuthus meridionalis* sono stati rinvenuti in tutta Europa, dalla Spagna alla Romania, dall'UK all'Italia. Altri fossili provengono dall'Asia e dall'America settentrionale: probabilmente il *Mammuthus meridionalis* l'avrebbe raggiunta attraverso lo Stretto di Bering.

***Mammuthus meridionalis* o *Archidiskodon meridionalis*?**

Il genere *Archidiskodon* fu istituito nel 1885 da POHLING, sulla base di alcuni fossili rinvenuti a nord dell'Himalaya e su *Archidiskodon meridionalis* (NESTI, 1825).

Verso la seconda metà del '900, alcuni paleontologi, quali MAGLIO (1973), non riconobbero la validità di *Archidiskodon*, considerandolo un sinonimo di *Mammuthus*. Ciò comportò il decadimento di *Archidiskodon meridionalis* (ora noto come *Mammuthus meridionalis*) e l'anticipazione della linea evolutiva del *Mammuthus* a 4,5 milioni di anni fa, documentata in alcuni siti africani dai fossili di *Mammuthus africanavus*. Altri paleontologi quali GARUTT (1998) confermarono invece la validità tassonomica di *Archidiskodon*.

Secondo MAGLIO (1973), comparando gli scheltri fossili di *Mammuthus* e di *Archidiskodon*, si denotano alcune somiglianze nei caratteri morfologici di entrambi i generi, soprattutto nel cranio, nella mandibola e nella superficie masticatoria dei molari. Questi caratteri comuni, indussero Maglio a unificare i due generi, rendendo valido solo il termine *Mammuthus*.

Dopo comparazione tra le caratteristiche osteologiche e dentarie di *Mammuthus* e di *Archidiskodon*, GARUTT (1998) ha affermato che vi sono solo 10 caratteri in comune tra i due e ben 23 differenze, soprattutto per quel che riguarda il cranio, il III molare, la frequenza lamellare, la lunghezza delle lamelle, le vertebre cervicali, le vertebre caudali e le falangi.

Allo stato attuale delle conoscenze, la maggior parte dei paleontologi accetta le proposte di Maglio: gran parte delle pubblicazioni utilizza il termine *Mammuthus meridionalis*, mentre solo *Archidiskodon gomovi* sarebbe da considerare valido. E' certo, tuttavia, che il dibattito non può ancora considerarsi chiuso.