

## L'occupazione del mare da parte dei rettili

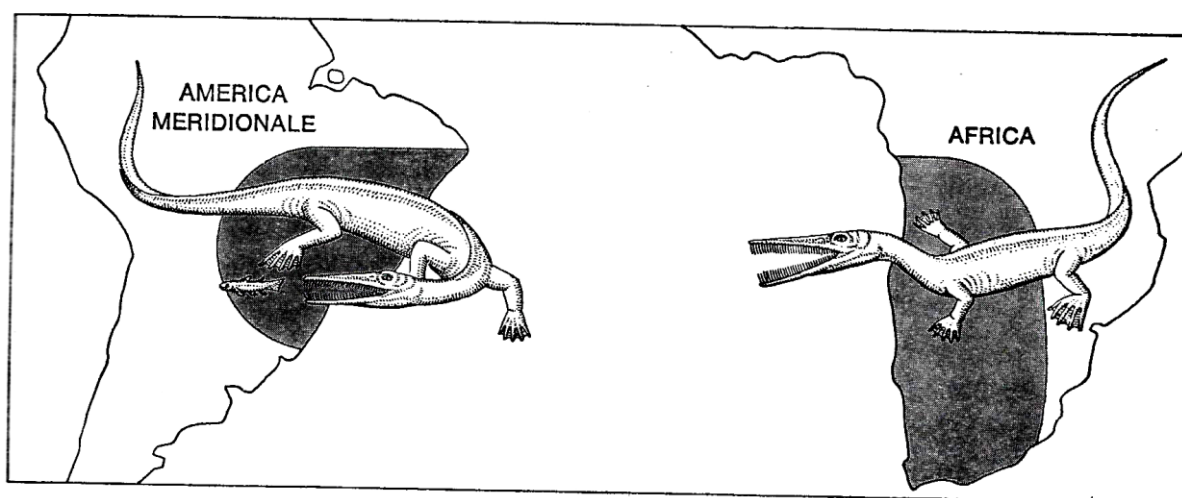
FULVIO ZAFFAGNINI

I Rettili, dopo aver preso stabilmente possesso della terraferma, sono andati a vivere anche nel mare, ambiente completamente diverso da quello per il quale il loro corpo era strutturato. I primi Rettili comparvero sulle terre emerse nel Carbonifero superiore, cioè nella seconda metà del penultimo periodo dell'era Paleozoica (circa 300 milioni di anni fa); i Rettili marini risalgono, invece, al Triassico medio, cioè al primo periodo dell'era Mesozoica (circa 210 milioni di anni fa).

**Fig. 1 - Ricostruzione di Rettile Mesosauro (Mesosaurus) del Permiano inferiore, i cui resti fossili sono stati trovati solo in Brasile e sul versante occidentale dell'Africa meridionale. Se questi animali fossero stati capaci di nuotare così bene da attraversare l'oceano Atlantico, essi si sarebbero diffusi anche altrove. Questa distribuzione discontinua è una delle prove paleontologiche che all'epoca della comparsa dei Rettili le terre emerse dell'Emisfero meridionale erano unite in una sola massa continentale, detta Gondwana (da Hallam).**

Bisogna precisare però che all'inizio dell'ultimo periodo dell'era Paleozoica (Permiano inferiore) vissero in Africa meridionale e in America meridionale dei piccoli Rettili adattati alla vita acquatica, caratterizzati da una lunga coda compressa lateralmente (utilizzata come principale organo di movimento), da arti posteriori più sviluppati di quelli anteriori e probabilmente palmati, da un muso lungo provvisto di numerosi denti lunghi e sottili (adatti alla cattura dei pesci) (Fig. 1). Questi Rettili, detti Mesosauri, di incerta collocazione sistematica, vivevano nelle acque interne, probabilmente dolci, e quindi non verranno trattati in questa sede.

L'enorme lasso di tempo (circa 90 milioni di anni) che intercorre tra la comparsa dei Rettili e la loro occupazione del mare si spiega col fatto che verso la fine dell'era Paleozoica (Permiano medio) si ebbe una pro-



fonda crisi della fauna marina e terrestre (quindi anche dei Rettili da poco comparsi), dovuta probabilmente a variazioni del clima ed a cambiamenti della paleogeografia. Nel successivo periodo, che va dal Permiano superiore al Triassico inferiore, si verificò una espansione soprattutto dei Rettili Terapsidi (precursori dei Mammiferi), i quali, dotati di autoregolazione termica, erano in grado di sopportare il clima generalmente freddo di quel periodo. Nel Triassico medio, invece, cominciò una grande avanzata dei mari con conseguente innalzamento della temperatura, che favorì un'imponente radiazione evolutiva dei Rettili. Questi divennero i Vertebrati dominanti di tutta l'era Mesozoica, con una straordinaria ricchezza di forme occupanti tutti gli ambienti, compreso quello marino, e si estinsero in massima parte alla fine dell'era Mesozoica sia nelle terre emerse che nel mare. Una plausibile causa di tale crisi biologica, che colpì anche vari Invertebrati marini come le Ammoniti e le Belemniti di cui diversi Rettili marini si nutrivano, fu la grande regressione dei mari che si verificò alla fine del Cretaceo, la quale determinò un abbassamento della temperatura ed una riduzione della platea continentale.

I gruppi di Rettili che nei diversi periodi geologici hanno popolato i mari sono riportati nella Tabella 1. Delle sei sottoclassi in cui la classe dei Rettili viene suddivisa, una sola, quella dei Sinapsidi, non ha avuto rappresentanti marini; da questa si sono evoluti i Mammiferi.

La vita nell'ambiente marino è resa possibile grazie ad una serie di adattamenti, la cui entità ha consentito un parziale o totale svincolo dalla terraferma. Ne ricordo i principali:

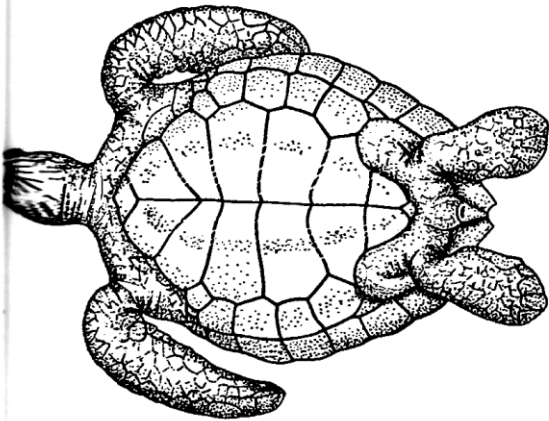
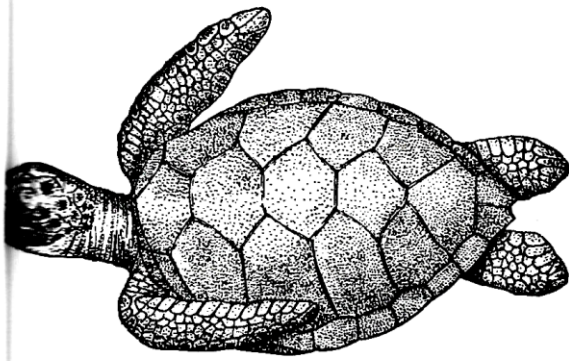
1) Il corpo è per lo più allungato ed appiattito; nelle forme estremamente specializzate (Ittiosauri) il corpo ha acquistato un aspetto pisciforme senza collo distinto.

2) La corazzatura dermica, se presente (Cheloni, Coccodrilli), è alleggerita o scomparsa; solo in un gruppo (Placodonti) l'evoluzione ha portato allo sviluppo di placche ossee sempre più ampie.

3) Gli arti sono palmati o trasformati in palette natatorie (pinne), di solito con accorciamento talora notevole delle ossa lunghe e allungamento delle dita il più delle volte mediante aumento del numero delle falangi (iperfalangia).

TAB. 1 - Rettili marini estinti e viventi

Sottoclasse	Ordine	Sottordine	Famiglie
Anapsidi	Cheloni	Anfichelidii Criptodiri	Talassemiidi {Toxocheliidi, Protostegidi {Desmatocheliidi, Cheloniidi, {Dermocheliidi, Carettocheliidi
Ittioptorigi	Ittiosauri		{Mixosauridi, Sastosauridi, {Onfalosauridi, {Ittiosauridi, Stenopterigidi
Euriapsidi	Sauropterigi	Placodonti Notosauri Plesiosauri	{Elveticosauridi, Placodontidi, {Placocheliidi, Enodontidi {Notosauridi, Cimatosauridi, {Pachipleurosauridi, Simosauridi {Pristosauridi, Plesiosauridi, {Taumatosauridi, Elasmosauridi, {Pliosauridi, Policotilidi
Lepidosauri	Rincocefali Squamati	Sfenodonti Talattosauri Lacertilii Ofidii	Claraziidi Askeptosauridi, Talattosauridi {Aigialosauridi, Dolicosauridi {Mosasauridi Idrofidi
Arcosauri	Coccodrilli	Talattosuchi Mesosuchi Eusuchi	Teleosauridi, Metriorinchidi Folidosauridi, Dirosauridi Crocodilidi (una specie vivente)



**Fig. 2 - Chelonia mydas (tartaruga verde), vista dal dorso e dal ventre. Questa specie, lunga fino a 1,40 metri, si nutre esclusivamente di piante marine e viene utilizzata per la preparazione della celebre «zuppa di tartaruga» (da Grassé).**

4) Spesso è presente una lunga coda provvista di pinna, utilizzata come principale organo di movimento.

5) In molti gruppi il cinto scapolare è modificato mediante espansione della porzione ventrale del cinto ed unione sulla linea mediana delle clavicole, o delle scapole, e dei coracoidi. L'espansione ventrale serve all'inserzione dei muscoli motori degli arti; le unioni sulla linea mediana servono a rinforzare il cinto in modo da resistere alla spinta degli arti.

6) Il cinto pelvico presenta una ossificazione ridotta, per cui i vari costituenti sono collegati da cartilagine. Gli ilei sono piccoli, mentre gli ischi e i pubi, uniti sulla linea mediana, sono larghi e appiattiti.

7) Nonostante si tratti di animali provvisti di polmoni e quindi a respirazione subaerea, molti di essi erano o sono in grado di effettuare prolungate immersioni.

8) Molte specie sono divenute vivipare (od ovovivipare) svincolandosi completamente dalla terraferma, in quanto i piccoli vengono

partoriti in mare. Tra le forme viventi ciò accade nella maggior parte dei serpenti marini, mentre tra le forme estinte ciò è stato accertato negli Ittiosauri e prospettato nei Notosauri e Plesiosauri.

#### **Cheloni**

Le tartarughe marine viventi hanno una testa non retrattile, palato osseo secondario e carapace (scudo e piastrone) con piastre ossee variamente ridotte. Gli arti anteriori sono allungati: la mano e l'avambraccio, solidali tra loro, formano una paletta natatoria che inizia a livello del gomito (Fig. 2); il 1° e il 2° dito possono terminare con un artiglio, il 2°, 3° e 4° sono molto allungati (Fig. 3). Negli arti posteriori la paletta natatoria è corta e slargata; essa è costituita soprattutto dal piede, nel quale le ossa metatarsali e le falangi del 1° dito sono allargate, quelle del 2°, 3° e 4° dito sono meno allungate di quelle degli arti anteriori e il 5° dito è discosto dagli altri perché il 5° metatarsale è ricurvo (Fig. 4). Quando vengono utilizzati tutti e quattro gli arti, i due arti di un lato vengono mossi alternativamente con quelli del lato opposto; se vengono utilizzati solo gli arti anteriori, questi agiscono simultaneamente. La velocità di nuoto è molto alta, potendo raggiungere i 36 Km all'ora,

Le tartarughe marine hanno polmoni molto più sepimentati di quelle terrestri, con numerosi canali periferici di calibro sempre più piccolo la cui superficie interna è alveolata. A questa aumentata superficie respiratoria può essere associata anche una respira-



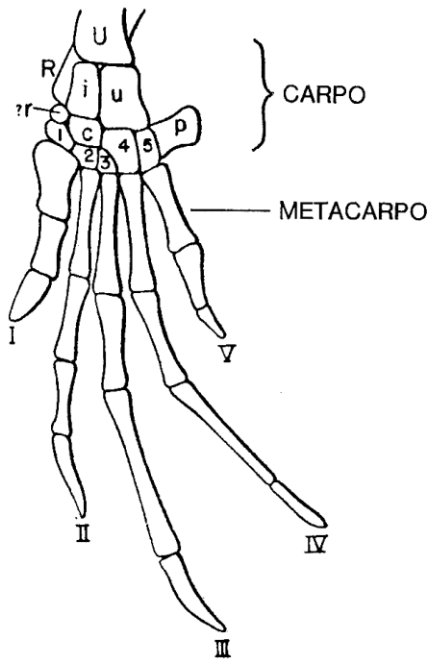
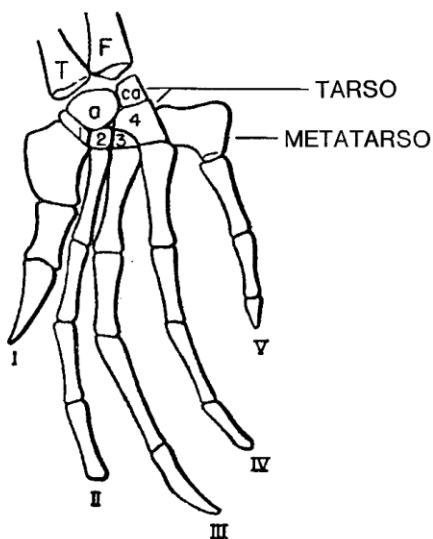


Fig. 3 - Scheletro della mano della tartaruga marina Caretta (= Thalassochelys) caretta. Formula falangeale: 2-3-3-3-2. Notare l'allungamento del 2°, 3° e 4° dito. R, radio; U, ulna; r, radiale; i, intermedio; u, ulnare; c, centrale; p, pisiforme (da Romer).

Fig. 4 - Scheletro del piede della tartaruga marina Caretta (= Thalassochelys) caretta. Formula falangeale: 2-3-3-3-3. Notare l'allungamento del 1° dito e la forma ad uncino del 5° metatarsale. T, tibia; F, fibula; a, astragalo; ca, calcagno (da Romer).



zione acquatica sussidiaria bucco-faringea. Durante le immersioni prolungate si attua la glicolisi anaerobica: la circolazione polmonare si riduce sempre più per costrizione di sfinteri situati all'inizio delle arterie polmonari e quasi tutto il sangue passa dal ventricolo destro al sinistro grazie alla incompletezza del setto interventricolare.

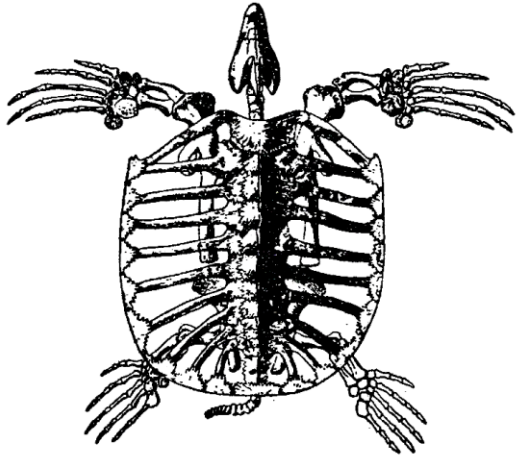
Le tartarughe marine sono ovipare e si portano a terra per deporre le uova nella sabbia. Alcune specie si nutrono di pesci e di invertebrati marini, altre si nutrono anche di piante marine e alghe, una sola specie è esclusivamente erbivora. Le dimensioni vanno da 80 cm di lunghezza e 140 Kg di peso a 240 cm di lunghezza e 450-500 Kg di peso.

La maggior parte delle tartarughe marine viventi appartiene alla Famiglia dei Cheloniidi, nota fin dal Cretaceo superiore d'Europa e Nord America. A quell'epoca vivevano altre tre Famiglie (Toxocheliidi, Protostegidi (Fig. 5) e Desmatocheliidi), di solito prive di palato osseo secondario, di cui solo pochi rappresentanti superarono l'era Mesozoica, estinguendosi nell'Eocene-Oligocene. Una quarta Famiglia (Carettocheliidi), con testa retrattile, scudo e piastrone completi, squame cornee ridotte o assenti, è oggi rappresentata da una sola specie d'acqua dolce (*Carettochelys insculpta*) della Nuova Guinea. A queste cinque Famiglie c'è da aggiungerne una sesta più recente (Dermocheliidi), nota dall'Eocene, caratterizzata dall'assenza del palato secondario, dalla scomparsa delle squame cornee e di quelle ossee dello scudo e dalla estrema riduzione delle piastre ossee del piastrone, sostituite da piccole placche ossee superficiali immerse in una pelle coriacea; essa è rappresentata oggi da una sola specie vivente nei mari tropicali (*Dermochelys coriacea*). Prima delle sei Famiglie qui ricordate ne esisteva un'altra (Talassemiidi) non imparentata con queste (appartenente ad un Sottordine diverso), più primitiva e meno specializzata per la vita marina; i suoi reperti fossili vanno principalmente dal Giurassico superiore al Cretaceo inferiore d'Europa.

### Ittiosauri

Gli Ittiosauri sono stati i Rettili più perfettamente adattati alla vita marina. Essi avevano un corpo pisciforme senza collo di-

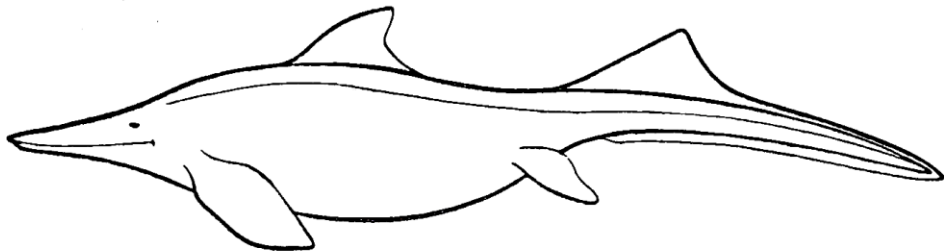




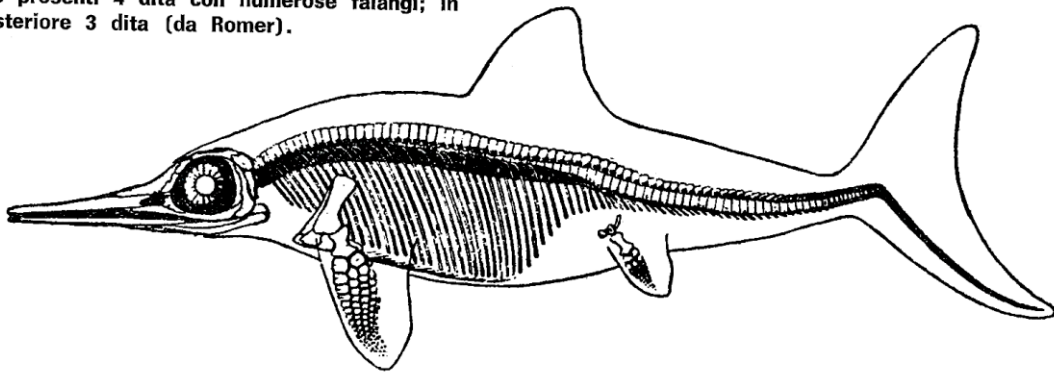
**Fig. 5 -** Scheletro di tartaruga marina, Archelon, del Cretaceo superiore del Nord America, visto dal dorso. Notare l'estrema riduzione delle piastre costali del carapace. Lunghezza circa 3,60 metri (da Romer).

stinto, testa prolungata in avanti in un lungo rostro alla cui base si trovavano lateralmente le narici, orbite grandi contenenti un anello sclerotico ossificato, numerosi piccoli denti conici generalmente infissi in un solco

**Fig. 6 -** Ricostruzione di Ittiosauro, Mixosaurus Nordenkiölli, del Triassico medio dello Spitzberg. Lunghezza 1,10 metri (da Grassé).



**Fig. 7 -** Scheletro di Ittiosauro, Stenopterygius quadriscissus, del Giurassico d'Europa, con l'impronta della pelle. Lunghezza circa 2 metri. Nell'arto anteriore sono presenti 4 dita con numerose falangi; in quello posteriore 3 dita (da Romer).

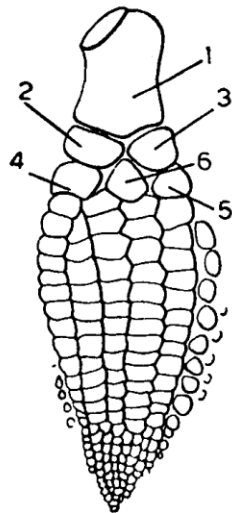


comune, arti trasformati in pinne (Figg. 6 e 7). Gli arti anteriori avevano omero, radio e ulna molto corti e le dita (talora in numero inferiore o superiore a 5) formate da numerose corte falangi (iperfalangia) (Fig. 8 e 9); quelli posteriori erano di solito più piccoli e con un numero di dita minore di 5. Nel cinto scapolare c'era una tendenza alla riduzione della scapola, mentre le clavicole e i coracoidi erano uniti sulla linea mediana. Il cinto pelvico non era collegato con la colonna vertebrale, analogamente a quanto avviene nei Pesci; gli ilei erano a forma di bastoncino retrocurvo, gli ischi e i pubi presentavano una riduzione parallela a quella degli arti posteriori.

Le squame cornee erano limitate ad alcune parti del corpo; era presente una pinna dorsale. La porzione distale della colonna vertebrale della coda presentava una curvatura in basso di vario grado, a livello della quale era sviluppato un lobo dorsale non sostenuto da un supporto scheletrico. Nelle forme più primitive del Triassico (Mixosauridi, Sastosauridi) la curvatura era leggera ed il lobo dorsale era molto più piccolo di quello ventrale (coda ipocerca) (Fig. 6). Nelle forme più evolute del Giurassico e del Cretaceo (Ittiosauridi, Stenopterigidi) la curva-



**Fig. 8 -** Scheletro dell'arto anteriore di Ittiosauro, Merriamia, del Triassico superiore del Nord America. Sono presenti solo 3 dita con numerose falangi (iperfalangia). In questo arto altamente specializzato, come in quello della Fig. 9, le ossa carpali e metacarpali sono poco distinguibili dalle falangi. H, omero; R, radio; U, ulna; r, radiale; u, ulnare; i, intermedio (da Romer).



**Fig. 9 -** Scheletro dell'arto anteriore di Ittiosauro, Ichthyosaurus, del Giurassico d'Europa e d'America. Oltre alle numerosissime falangi delle 5 dita (iperfalangia), vi sono 3 serie accessorie di falangi costituenti altrettante dita soprannumerarie (iperdatilia), che non raggiungono le estremità prossimali e distali della mano. 1, omero; 2, radio; 3, ulna; 4, radiale; 5, ulnare; 6, intermedio (da Salfi).

tura era netta ed il lobo dorsale aveva uno sviluppo simile a quello ventrale, per cui la pinna caudale presentava un aspetto falciforme (Fig. 7). Il movimento nell'acqua era probabilmente dato da ondulazioni laterali del corpo, come in un pesce, nelle quali la spinta propulsiva era prodotta dalla coda, mentre le pinne pari (principalmente le anteriori) e la pinna impari dorsale servivano per lo più da stabilizzatori e da organi di direzione.

Gli Ittiosauro erano animali pelagici, vivipari (od ovovivipari), lunghi da 1 a 8 metri. Essi si nutrivano di Cefalopodi Belemniti (affini alle seppie ed ai calamari) e di Pesci; facevano eccezione alcune forme aberranti (Onfalosauridi) del Triassico d'Europa e del Nord America, che si nutrivano probabilmente di Bivalvi e di altri invertebrati provvisti di guscio. Gli Ittiosauro vissero per quasi tutta l'era Mesozoica, dal Triassico medio al Cretaceo superiore; la loro estinzione fu probabilmente dovuta alla riduzione e scomparsa del loro cibo abituale (scomparsa delle Belemniti, sostituzione dei Pesci Olostei con i Teleostei).

### Sauroptorigi

#### 1) Placodonti.

I Placodonti avevano un corpo massiccio, collo corto, narici situate posteriormente vicino alle orbite (Fig. 10). Ad eccezione delle forme più primitive (Elveticosauridi), i denti erano altamente specializzati per una alimentazione a base di animali fissi provvisti di conchiglia (Molluschi, Brachiopodi): i denti posteriori, situati sulle mascelle e sul palato, erano appiattiti e allargati, atti a triturare gli animali staccati dal substrato mediante i denti anteriori simili ad incisivi impiantati obliquamente in profondi alveoli (o in mancanza di questi mediante un becco corneo) (Fig. 11). Spesso erano presenti delle ossificazioni dermiche, che in alcune specie davano origine ad un vero scudo osseo come nelle tartarughe (Fig. 12); nelle forme più evolute (Enodontidi) oltre ad uno scudo completo, non saldato però alle costole, si era sviluppato anche un piastrone. Gli arti, probabilmente palmati, erano simili a quelli dei Notosauri e consentivano una locomozione anche sulla terraferma, dove i Placodonti tornavano a deporre le uova. La coda aveva

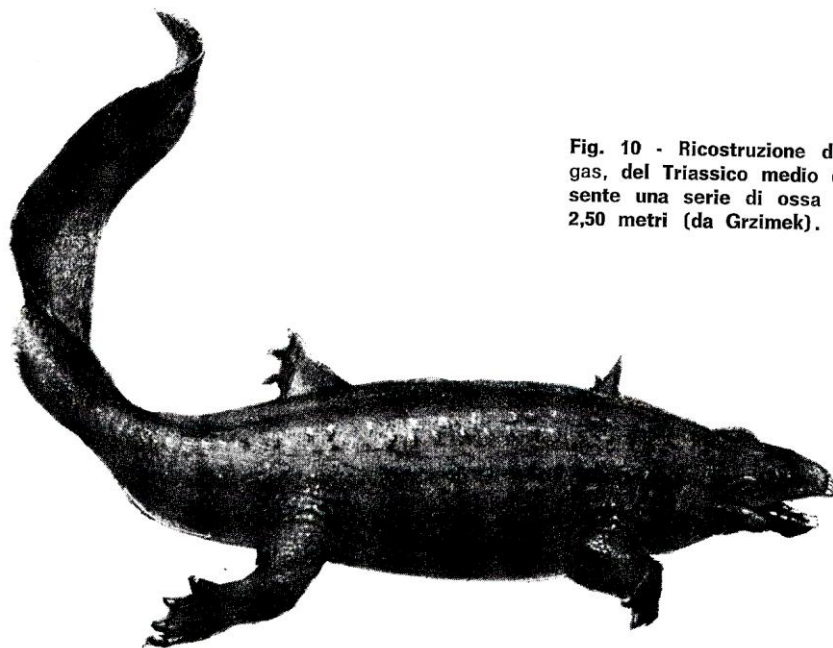


Fig. 10 - Ricostruzione di Placodonte, *Placodus gigas*, del Triassico medio d'Europa. Sul dorso è presente una serie di ossa dermiche. Lunghezza circa 2,50 metri (da Grzimek).

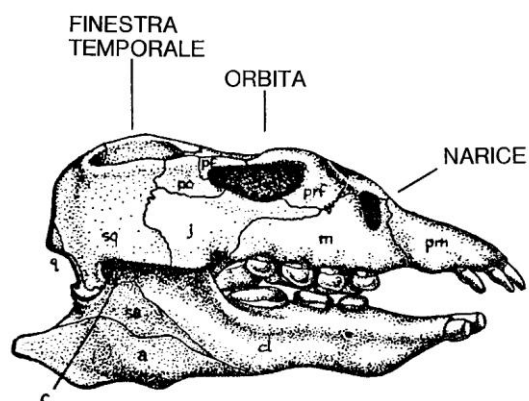


Fig. 11 - Cranio di Placodonte, *Placodus gigas*, visto di lato (da Romer).

scarsa importanza nel movimento in acqua, come negli altri Sauropterigi.

I Placodonti erano cattivi nuotatori, per cui non dovevano allontanarsi molto dalle coste. I loro reperti fossili sono limitati al Triassico d'Europa. La loro estinzione fu dovuta probabilmente a varie cause: regressione dei mari epicontinentali europei nel Triassico superiore, comparsa nel Giurassico di Pesci ossei (Ostei) e di Pesci cartilaginei (Selaci Eterodontiformi e Raiiformi; Olocefali) che si nutrivano di animali di fondo (Molluschi, Crostacei, Echinodermi). Nella competizione alimentare questi Rettili marini si trovarono verosimilmente svantaggiati

rispetto ai Pesci, i quali non erano costretti a ritornare in superficie per respirare.

## 2) Notosauri.

I Notosauri erano dei Sauropterigi laceriformi, lunghi circa 1 metro, con il collo allungato e il cranio piccolo e appiattito (Figg. 13 e 14). I numerosi denti conici, ricurvi, indicano che la loro alimentazione era a base di Pesci. Ancora incompletamente

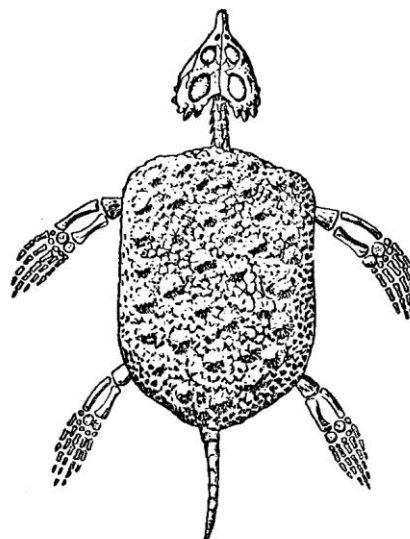


Fig. 12 - Scheletro di Placodonte, *Placochelys*, del Triassico superiore d'Europa, visto dal dorso. I denti anteriori sono sostituiti da un becco corneo. Lunghezza circa 80 cm (da Romer).



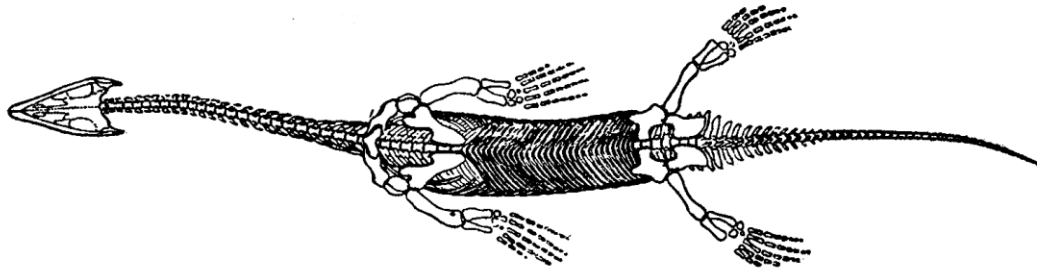


Fig. 13 - Scheletro di Notosauro, *Ceresiosaurus calcagnii*, del Triassico medio d'Italia, visto dalla faccia ventrale. Lunghezza 1,10 metri. Nelle dita degli arti è presente una leggera iperfalangia (da Romer).

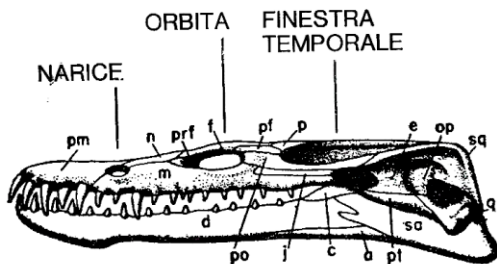


Fig. 14 - Cranio di Notosauro, *Nothosaurus*, del Triassico medio d'Europa, visto di lato (da Romer).

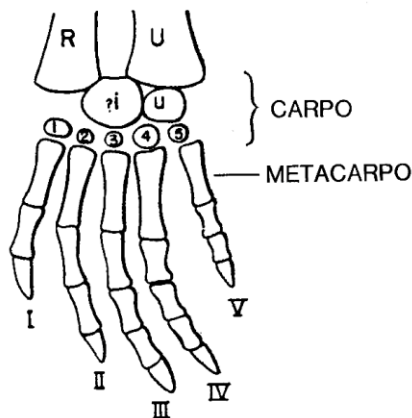


Fig. 15 - Scheletro della mano di Notosauro, *Lariosaurus*, del Triassico medio d'Europa. Formula falangeale: 2-3-4-4-3. R, radio; U, ulna; i, intermedio; u, ulnare (da Romer).

adattati alla vita acquatica, essi conducevano una vita anfibia sulle rive dei mari e delle lagune ed erano quindi capaci di camminare sulla terraferma. Gli arti erano poco modificati, con carpo e tarso poco ossificati e numero delle falangi spesso normale (Fig.

15); le dita delle mani e dei piedi, talora armate di artigli, erano probabilmente palmate. Nel cinto scapolare le clavicole e i coracoidi erano uniti sulla linea mediana e la scapola era corta, come negli Ittiosauri (Fig. 13). Il cinto pelvico presentava la caratteristica specializzazione per la vita acquatica che si troverà più accentuata nei Plesiosauri: ilei piccoli, ischi e pubi larghi, connessi da cartilagine. La coda, come nei Placodonti, aveva scarsa funzione nel nuoto.

Alcuni reperti fossili tenderebbero a dimostrare che i Notosauri, benché fossero in grado di tornare sulla terraferma, erano vivipari (od ovovivipari). Essi vissero nel Triassico; nel Giurassico inferiore furono sostituiti dai Plesiosauri, che continuarono nella stessa linea evolutiva.

### 3) Plesiosauri.

I Plesiosauri, derivati molto probabilmente dai Notosauri, avevano perfezionato i loro adattamenti alla vita marina ed erano divenuti pelagici. Gli arti erano trasformati in larghe palette natatorie, con omero e femore robusti, radio-ulna e tibia-fibula molto ridotti, cinque lunghe dita con numerose falangi (iperfalangia) (Figg. 16, 18 e 19). La porzione ventrale dei cinti era particolarmente sviluppata: nel cinto scapolare le clavicole e l'interclavicola erano ridotte o assenti, le scapole erano sviluppate principalmente come strutture ventrali unite nella maggioranza dei casi sulla linea mediana, i coracoidi molto espansi erano ampiamente uniti sulla linea mediana; nel cinto pelvico gli ilei erano ridotti a piccoli bastoncini, mentre gli ischi e i pubi, larghi ed appiattiti, erano uniti medialmente a formare un'ampia lamina ossea (Fig. 19). La coda, relativamente piccola, era probabilmente usata come timone durante il nuoto.

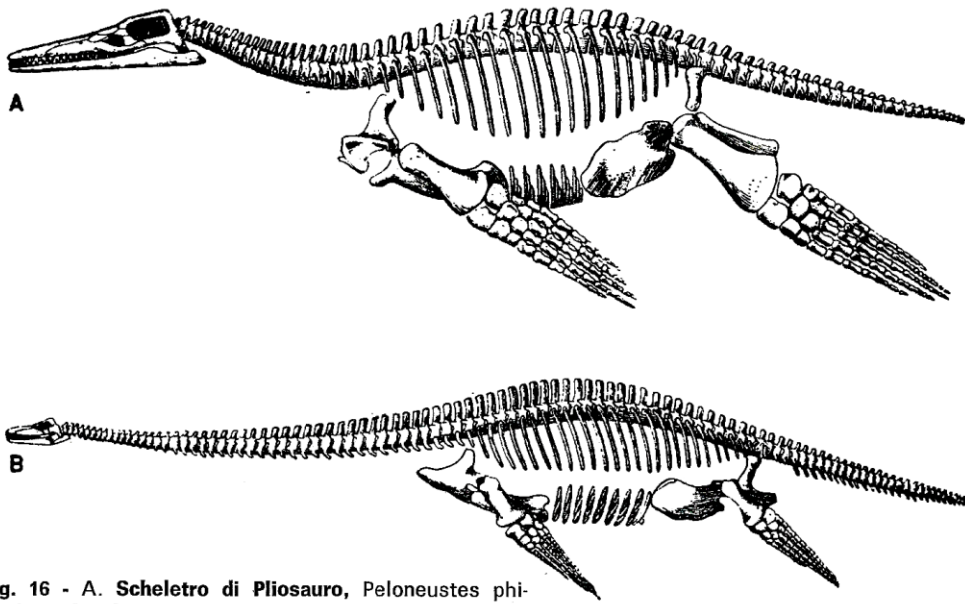


Fig. 16 - A. Scheletro di Pliosauo, *Peloneustes philarchus*; lunghezza 3,10 metri.  
B. Scheletro di Plesiosauo, *Muraenosaurus*; lunghezza 6,20 metri. Entrambe le specie risalgono al Giurassico superiore d'Inghilterra (da Grassé).

denti smussati. Gli arti anteriori potevano essere sollevati al di sopra del piano orizzontale, cosicché l'animale poteva immergersi per inseguire la preda costituita da Cefalopodi. L'omero e il femore si mantennero lunghi, consentendo poderose «bracciate» (Fig. 16 A).

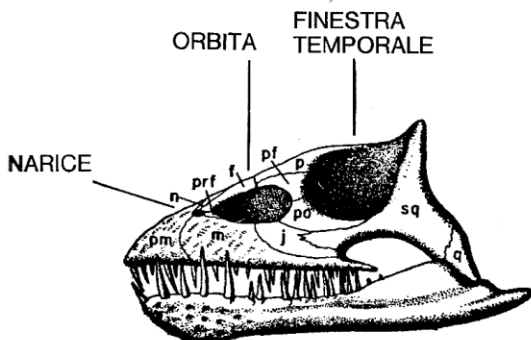


Fig. 17 - Cranio di Plesiosauo, *Plesiosaurus*, del Giurassico inferiore d'Europa, visto di lato (da Romer).

I Plesiosauri comparvero nel Triassico medio d'Europa con una forma (*Pristosaurus*) che mostra ancora dei caratteri di Notosauo. A partire dal Giurassico inferiore e fino al Cretaceo superiore essi si evolvettero in due gruppi ben distinti che finirono con l'occupare tutti i mari del globo: Pliosauri e Plesiosauri in senso stretto.

I Pliosauri (Pliosauridi, Policotilidi) erano caratterizzati da una testa grande e allungata, un collo breve con una media di 22 vertebre e una dentatura irregolare a larghi

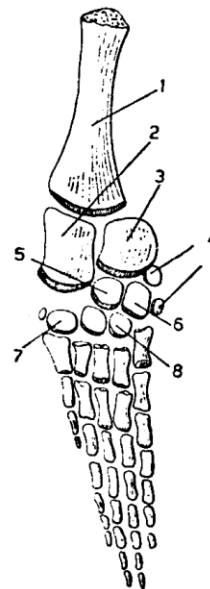
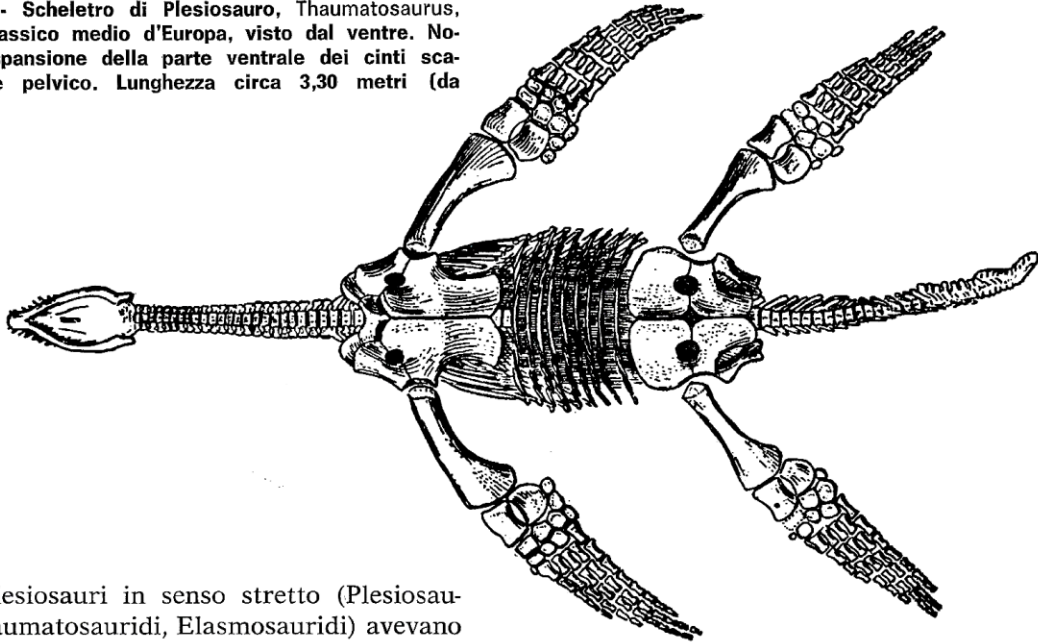


Fig. 18 - Scheletro dell'arto posteriore di Plesiosauo, *Plesiosaurus*, con iperfalangia. 1, femore; 2, tibia; 3, fibula; 4, elementi accessori; 5, intermedio; 6, fibulare; 7, 8, tarsali (da Salfi).

Fig. 19 - Scheletro di Plesiosauro, *Thaumatosaurus*, del Giurassico medio d'Europa, visto dal ventre. Notare l'espansione della parte ventrale dei cinti scapolare e pelvico. Lunghezza circa 3,30 metri (da Romer).



I Plesiosauri in senso stretto (Plesiosauridi, Thaumatosauridi, Elasmosauridi) avevano testa piccola, collo lungo (da 22 a 76 vertebre), denti sottili e appuntiti, adatti alla cattura di Pesci (Figg. 16 B, 17 e 19). L'omero e il femore erano accorciati, per cui l'animale non era in grado di dare «bracciate» vigorose, ma poteva battere rapidamente gli arti (Fig. 18). Questi potevano essere mossi all'indietro e in avanti con eguale forza, consentendo un movimento natatorio all'indietro altrettanto efficace del normale movimento in avanti. L'animale quindi era capace di nuotare e di girarsi con grande agilità alla superficie del mare, ma incapace di immergersi efficacemente. L'aumento della lunghezza e della flessibilità del collo divenne un handicap per la rapidità del nuoto, tanto che le forme più evolute del Cretaceo superiore del Nord America (Elasmosauridi) con collo lunghissimo, in cui si potevano contare da 42 a 76 vertebre, catturavano i Pesci mediante rapidi movimenti del capo, il quale insieme a buona parte del collo era tenuta fuori dell'acqua, mentre il corpo rimaneva quasi immobile. Questi animali avevano dimensioni gigantesche, superando 12 metri di lunghezza, e non erano più in grado di tornare sulla terraferma, per cui dovevano essere sicuramente vivipari (od ovovivipari).

#### Rincocefali

I Rincocefali, rappresentati attualmente da una sola specie, *Sphenodon punctatus*

della Nuova Zelanda, presentarono nel corso dell'era Mesozoica una grande varietà di forme distribuite in tutto il mondo. Nel mare si differenziarono due gruppi: Talattosauri (Askeptosauridi, Talattosauridi) e Clarazisauri (Claraziidi).

#### 1) Clarazisauri.

I Clarazisauri avevano denti emisferici, presenti anche sul palato, atti a triturare Molluschi e Crostacei; arti corti, poco modificati per la vita acquatica. La coda molto lunga, compressa lateralmente, doveva essere il principale organo di movimento. Questi animali, noti soltanto nel Triassico delle Alpi, scomparvero probabilmente per le stesse cause che determinarono l'estinzione dei Placodonti, con cui condividevano in gran parte il regime alimentare.

#### 2) Talattosauri.

I Talattosauri erano caratterizzati da un muso allungato, narici spostate molto indietro e finestra temporale superiore ridotta o chiusa (Fig. 20). Le orbite contenevano un anello sclerotico composto da una dozzina di piastre ossificate. Denti piccoli, conici, presenti anche sul palato. Corpo lungo e sottile, con lunga coda. Gli arti, accorciati, non presentavano particolari modificazioni delle



Fig. 20 - Cranio di Talattosauro, *Thalattosaurus alexandrae*, del Triassico superiore della California, visto di lato (da Grassé).

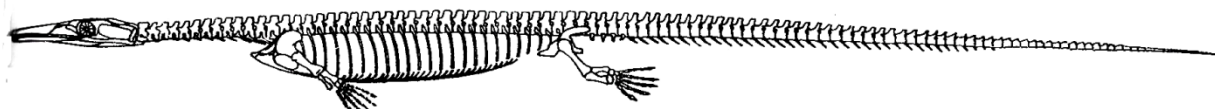
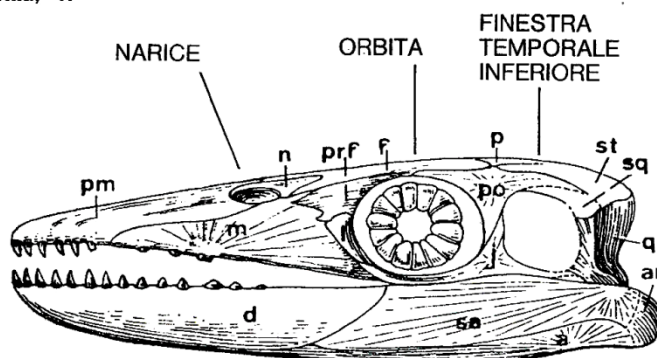


Fig. 21 - Scheletro di Talattosauro, *Askeptosaurus italicus*, del Triassico medio delle Alpi italiane. Lunghezza circa 2,80 metri. Formula falangeale della mano: 2-3-3-4-3; formula falangeale del piede: 2-3-4-4 (da Grassé).

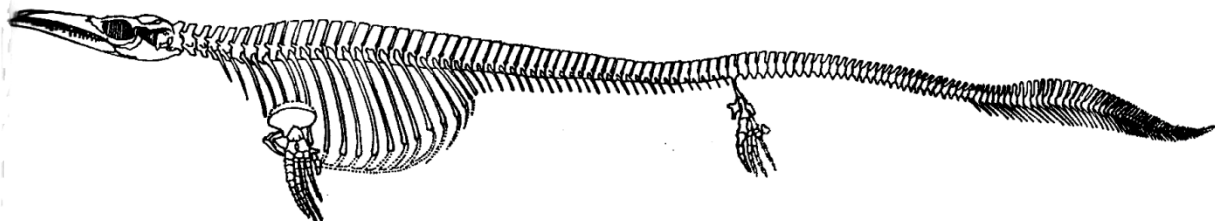


Fig. 22 - Scheletro di Mosasauro, *Plotosaurus benisoni*, del Cretaceo superiore della California. Lunghezza 9,50 metri (da Grassé).

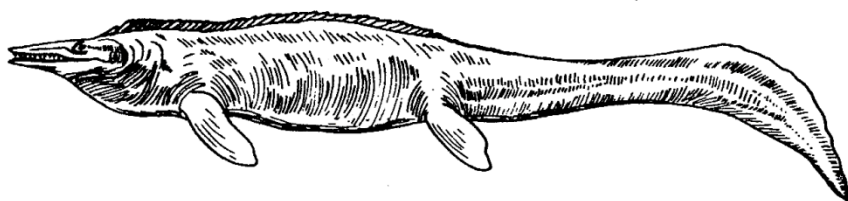


Fig. 23 - Ricostruzione di Mosasauro, *Tylosaurus*, del Cretaceo superiore di Europa, Nord America, Asia occidentale e Africa. Lunghezza fino a 8 metri (da Vannini).

ossa della mano e del piede (Fig. 21). I Talattosauri costituiscono un piccolo gruppo poco conosciuti di Rettili marini vissuto nel Triassico; essi vengono ascritti da alcuni Autori all'Ordine degli Eosuchi.

### Squamati

#### 1) Lacertilii o Sauri.

I Sauri marini appartengono a tre Famiglie (Mosasauridi, Aigialosauridi, Dolicosauridi) affini ai Varanidi.

I Mosasauri erano caratterizzati da un

corpo allungato con testa appiattita a forma di triangolo isoscele, collo normalmente corto e coda lunga provvista di pinna caudale nella metà posteriore (Fig. 22 e 23). Denti robusti, generalmente conici e alquanto ricurvi, erano situati anche sugli pterigoidei (Fig. 24). La cavità boccale poteva essere dilatata sia per l'assenza della sinfisi mento-

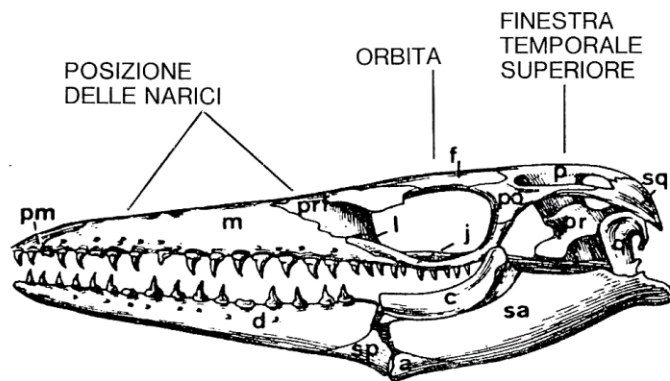
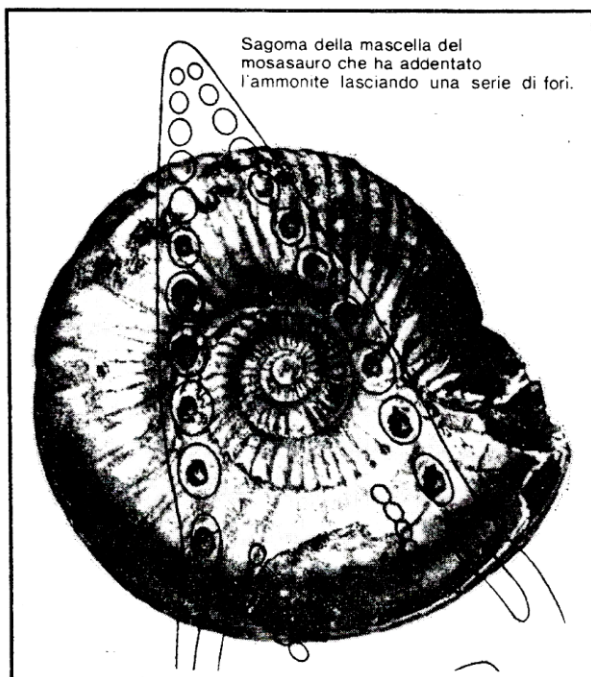


Fig. 24 - Cranio di Mosasaurio, *Clidastes velox*, del Cretaceo superiore del Nord America, visto di lato. Le narici, allungate verso l'indietro e situate dorsalmente, non sono visibili nella figura. Notare l'articolazione verticale situata a metà mandibola (da Grassé).

niera sia per la presenza di un'articolazione verticale posta a metà della mandibola. Nel cinto scapolare le clavicole e l'interclavicola erano ridotte o assenti. Gli arti erano profondamente modificati con accorciamento delle ossa lunghe e specializzazione più o meno accentuata della mano e del piede. In alcune forme le dita erano distanziate e le falangi erano sottili, lunghe e poco numerose (Fig. 26 A). Un tale arto, probabilmente palmato, senza artigli, doveva permettere

ancora un movimento goffo sulla terraferma. In altre forme vi era una forte iperfalangia e le dita molto ravvicinate le une alle altre formavano una perfetta paletta natatoria (Fig. 22, 23 e 26 B). Il mezzo principale di locomozione era costituito dalla possente coda; gli arti dovevano servire più da stabilizzatori che da propulsori. A seconda della struttura della regione otica è possibile distinguere due gruppi di Mosasauri, uno vivente in superficie e l'altro capace di compiere immersioni a grande profondità. I Mosasauri vissero nel Cretaceo superiore in tutti i mari del mondo, nutrendosi presumibilmente di Cefalopodi, dei quali rompevano la conchiglia a morsi (Fig. 25), e di Pesci. Essi erano rivali dei Plesiosauri; la loro lunghezza poteva raggiungere 10 metri. Verso la fine del Cretaceo, verosimilmente in corrispondenza con la scomparsa di alcuni gruppi di Cefalopodi che si verificò in quel periodo, alcuni Mosasauri (es. *Globidens*) cominciarono a nutrirsi di Molluschi di fondo: i loro denti acquistarono una forma emisferica, atta a frantumare la conchiglia dei Bivalvi, i quali avevano sostituito i Brachiopodi come principali conchiferi del fondo marino.

Fig. 25 - Ammonite del diametro di 26 cm, mostrante dei fori allineati corrispondenti esattamente per forma, grandezza e disposizione a un morso di Mosasaurio (da Panini).



I Mosasauri costituiscono il gruppo più importante e più specializzato di Rettili Varanoidei marini. Essi furono preceduti da altri Varanoidei marini, distinti in due Famiglie: Aigialosauridi e Dolicosauridi. Gli Aigialosauri avevano una testa voluminosa con denti anche sugli pterigoidei, coda lunga compressa lateralmente ed usata per il nuoto. Gli arti erano parzialmente adattati per la vita acquatica, con ossa lunghe raccorciate e dita probabilmente palmate ma con gli artigli conservati (formula falangeale: 2, 3,



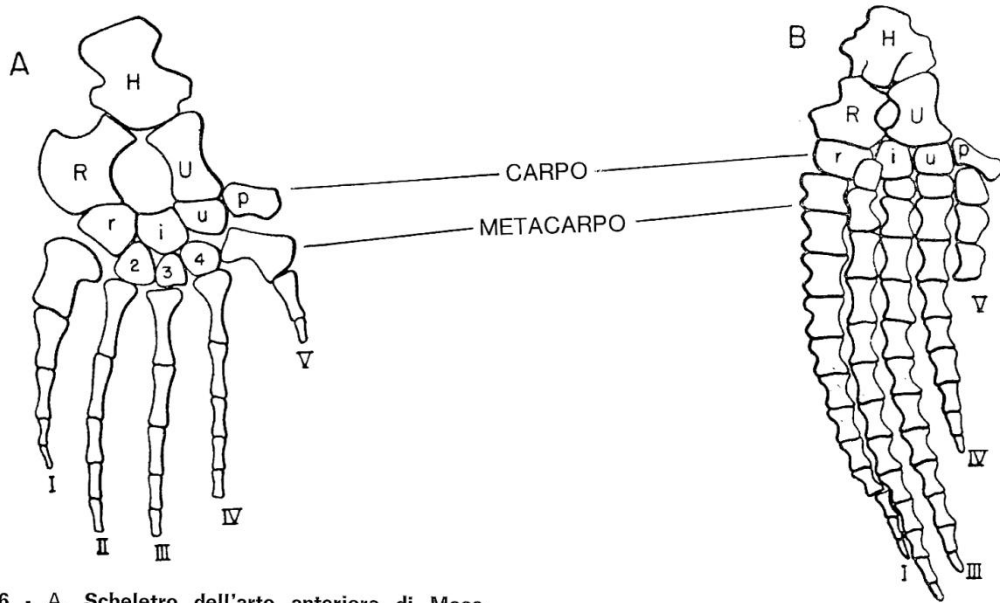
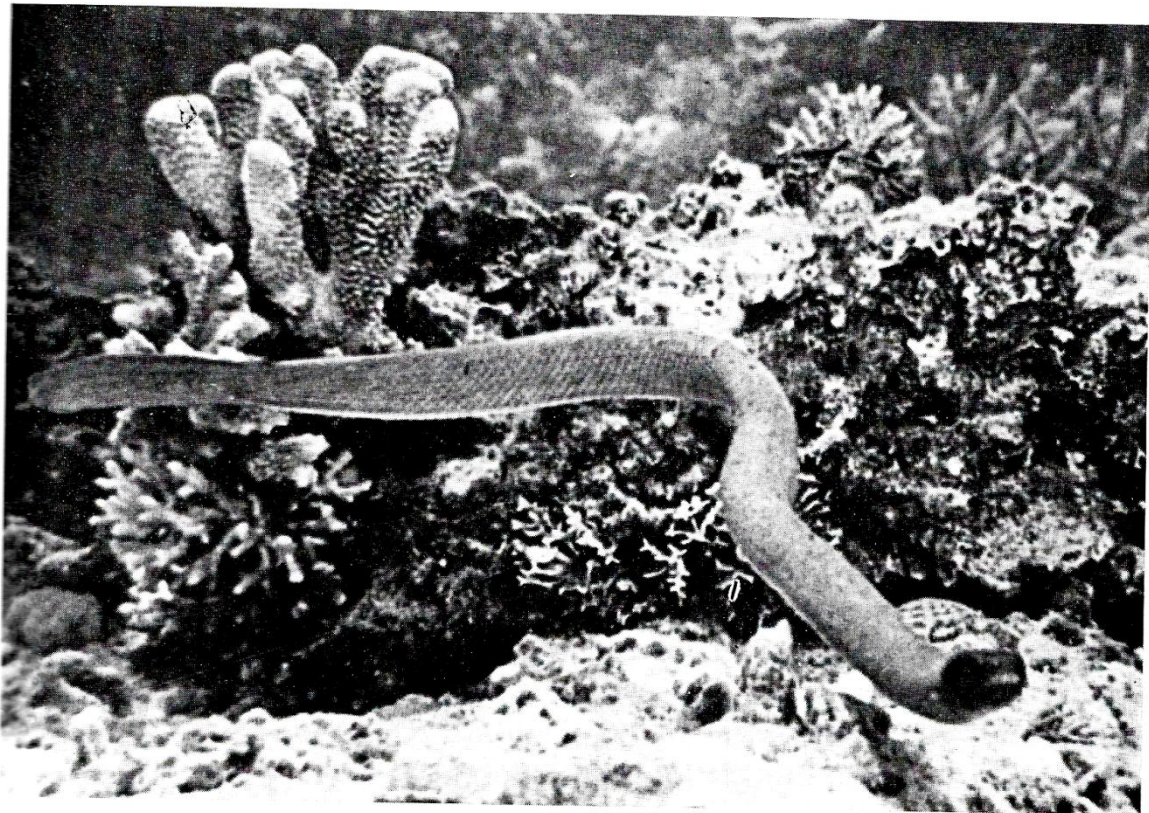


Fig. 26 - A. Scheletro dell'arto anteriore di Mosasuro, *Clidastes*.  
 B. Scheletro dell'arto anteriore di Mosasuro, *Plotosaurus*, con forte iperfalangia. H, omero; R, radio; U, ulna, r, radiale; i, intermedio; u, ulnare; p, pisiforme (da Romer).

Fig. 27 - Serpente marino, *Aipysurus laevis*, Notare la coda foggata a remo. Questa specie, come gli altri Laticaudini, depone le uova sulla spiaggia ed è in grado di muoversi sulla terraferma (da Grzimek).





4, 4, 3). Questi animali, lunghi 1-2 metri, dovevano essere ancora capaci di spostarsi sulla terraferma; rinvenuti nel Cretaceo inferiore d'Europa, potrebbero essere all'origine dei Mosasauri. I Dolicosauri, vicini agli Aigialosauri, erano più marini, con testa più piccola senza denti sugli pterigoidei e collo più lungo; lunghi fino a 1 metro, sono stati rinvenuti nel Cretaceo inferiore e medio d'Europa.

## 2) Ofidii

I serpenti marini costituiscono un piccolo gruppo di serpenti velenosi di epoca recente, provvisti nella parte anteriore della mascella superiore di un paio di denti del veleno scanalati (proteroglifi). Essi appartengono alla Famiglia degli Idrofidi; i loro affini terrestri sono i cobra, appartenenti alla Famiglia degli Elapidi, noti dal Miocene. Gli Idrofidi vivono per lo più in acque costiere e negli estuari dei fiumi; tranne poche specie (Laticaudini), essi non abbandonano mai il mare per tornare sulla terraferma. I loro adattamenti alla vita acquatica sono: narici spostate verso la parte superiore della testa, donde la possibilità di venire a respirare in superficie facendo sporgere la testa fuori dall'acqua; corpo compresso lateralmente, soprattutto nella parte posteriore del tronco e nella coda (Fig. 27); scomparsa delle grandi squame ventrali, eccetto nelle forme che van-

no ancora a terra (Laticaudini), con conseguente incapacità di muoversi sulla terraferma; presenza di dispositivi particolari che permettono la chiusura delle narici e della fenditura anteriore destinata al passaggio della lingua quando questa viene protrusa; considerevole allungamento dell'unico polmone esistente (il destro), che assicura una grande riserva d'aria utilizzata nelle immersioni prolungate; intensa vascolarizzazione delle squame con possibilità di scambi respiratori cutanei.

La maggior parte dei serpenti marini è ovovivipara e partorisce i piccoli in acqua, vicino alla riva; poche specie (Laticaudini) depongono le uova a terra, nella sabbia, come fanno le tartarughe. I serpenti marini sono diffusi lungo le coste calde dell'Oceano Indiano e Pacifico; alcune specie si spingono anche in mare aperto. La loro lunghezza varia da 1 a 2,70 metri e il loro nutrimento consiste prevalentemente di Pesci, che vengono ingoiati dopo essere stati paralizzati e uccisi. Il veleno degli Idrofidi, come quello dei cobra, contiene una sostanza neurotossica.

## Coccodrilli

I Coccodrilli attuali (gaviale, coccodrilli, alligatori, caimani) sono animali anfibi che presentano diversi adattamenti a questo mo-

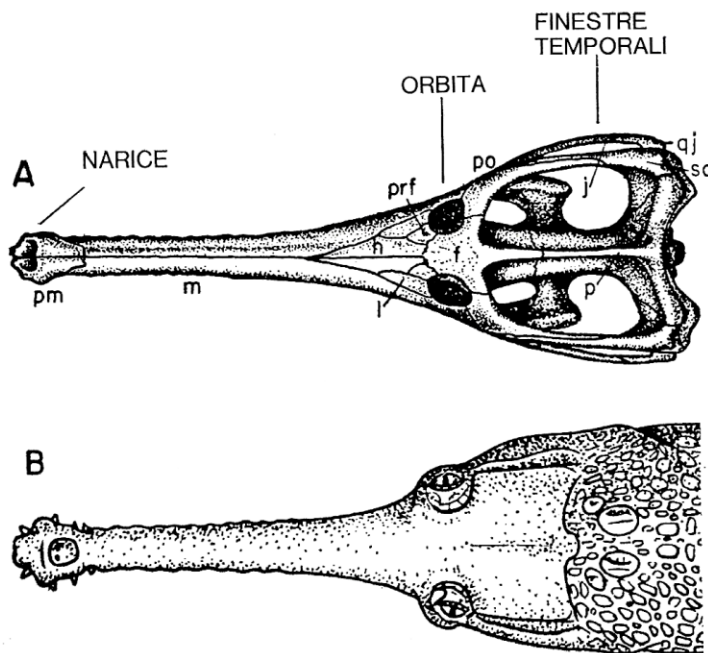


Fig. 28 - A. Cranio di Coccodrillo Teleosauride, *Steneosaurus*, del Giurassico, visto dal dorso (da Romer). B. Testa di Gavialide, *Gavialis gangeticus*, vista del dorso (da Grassé).

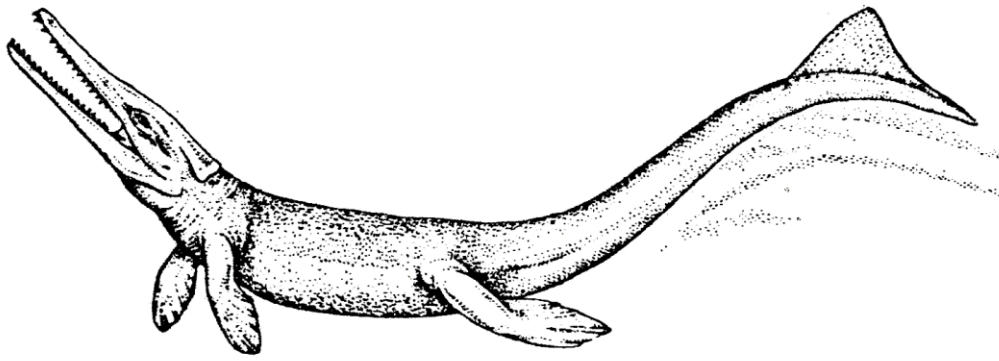


Fig. 29 - Ricostruzione di Crocodrillo Metriorinchide del Giurassico. Notare l'assenza dell'armatura di piastre ossee tipiche dei Crocodrilli (da Buffetaut).

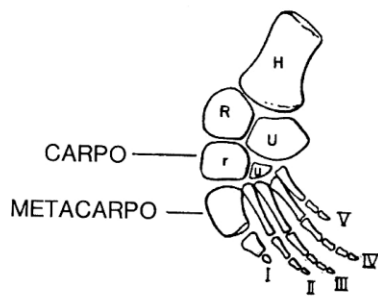


Fig. 30 - Scheletro dell'arto anteriore di Crocodrillo Metriorinchide, Geosaurus, del Giurassico superiore d'Europa. Formula falangeale: 2-3-4-4-2. H, omero; R, radio; U, ulna; r, radiale; u, ulnare (da Romer).

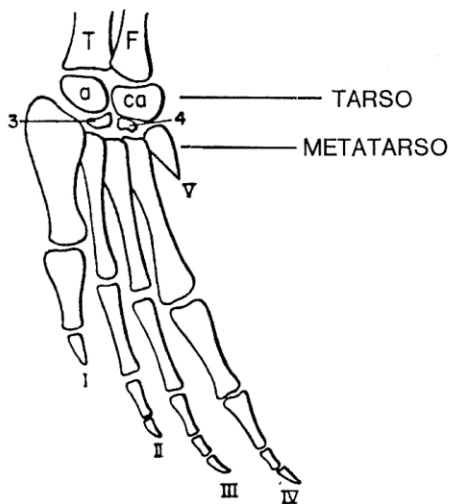


Fig. 31 - Scheletro del piede di Crocodrillo Metriorinchide, Geosaurus. Formula falangeale: 2-3-4-4-0. T, tibia; F, Fibula; a, astragalo; ca, calcagno (da Romer).

do di vita: arti posteriori più lunghi di quelli anteriori, con 4 dita palmate; coda possente, alquanto compressa ai lati, usata per il nuoto, sulla quale si estende una cresta seghettata di alte squame, duplice nella metà basale e singola in quella distale; narici, occhi e orecchie posti superiormente, in modo da consentire all'animale di vedere, annusare e udire lasciando affiorare in superficie solo la parte dorsale della testa; presenza di un sistema di chiusura dei condotti uditivi e olfattivi e di una membrana nittitante nell'occhio per la protezione degli organi di senso durante l'immersione. I Crocodrilli sono caratterizzati, inoltre, da una testa posteriormente larga e appiattita, da un muso variamente allungato, da numerosi denti conici infissi in alveoli, da un palato osseo secondario molto sviluppato, dall'assenza delle clavicole, da squame cornee rinforzate spesso da piastre ossee dermiche più sviluppate o talora presenti solo nel dorso, da polmoni molto sepimentati, parenchimatosi, come quelli delle tartarughe marine, da un setto interventricolare completo. Durante le lunghe immersioni, che in alcune specie può durare fino a 5-6 ore, si ha mescolanza di sangue arterioso e venoso mediante il forame di Pannizza situato alla base dei due archi aortici.

Tra le forme viventi, *Crocodylus acutus* è in grado di spingersi dalle foci dei fiumi in mare, mentre *Crocodylus porosus* ha abitudini più marine. Quest'ultimo è tra i più grandi Rettili viventi, potendo raggiungere in casi eccezionali 10 metri di lunghezza; esso vive negli estuari dei grossi fiumi e nelle acque costiere indomalesi e dell'Australia set-

tentrionale. ma può avventurarsi anche in alto mare spingendosi a distanze considerevoli. In epoche geologiche passate, invece, sono vissute molte specie di Coccodrilli marini appartenenti a due Sottordini: Talattosuchi (Teleosauridi, Metriorinchidi) e Mesosuchi (Folidosauridi, Dirosauridi).

#### 1) Talattosuchi

I Teleosauri avevano un muso molto lungo e stretto, simile all'attuale gaviale (Fig. 28), denti numerosi e sottili, piastre ossee dermiche ben sviluppate sia dorsalmente che ventralmente. Essi si nutrivano presumibilmente di Pesci, come il gaviale; alcuni erano piccoli, altri lunghi fino a 4 metri. Vissero nel Giurassico; i loro reperti fossili sono particolarmente abbondanti in Europa, ma sono stati trovati anche in altre parti del mondo.

I Metriorinchi presentavano il più alto grado di specializzazione per la vita marina realizzato dai Coccodrilli. Il cranio era per lo più privo dei rilievi superficiali tipici dei Coccodrilli, così pure erano assenti le piastre ossee dermiche (Fig. 29). Gli arti erano trasformati in palette natatorie senza sostanziale modifica del numero delle falangi rispetto agli altri Coccodrilli e con accorciamento delle ossa lunghe solo negli arti anteriori (Figg. 30 e 31). In tutti gli arti il 1° dito era particolarmente allargato, ma, mentre in quelli anteriori il 4° dito era sottile in accordo con la situazione generale nei Coccodrilli, negli arti posteriori il 4° dito era più sviluppato degli altri. La colonna vertebrale della lunga coda presentava verso la metà una netta curvatura in basso, con sviluppo di una pinna dorsale nella metà distale (Fig. 29). La coda, pertanto, aveva una forma ipocerca paragonabile a quella degli Ittiosauri e come in questi ultimi costituiva il principale organo di locomozione. I Metriorinchi si originarono probabilmente dallo stesso ceppo dei Teleosauri; essi vissero nei mari europei e sudamericani dal Giurassico medio al Cretaceo inferiore, raggiungendo la lunghezza di 4-5 metri.

#### 2) Mesosuchi

I Folidosauri erano caratterizzati da muso lungo, denti robusti e piastre ossee dermiche sviluppate sia dorsalmente che ven-

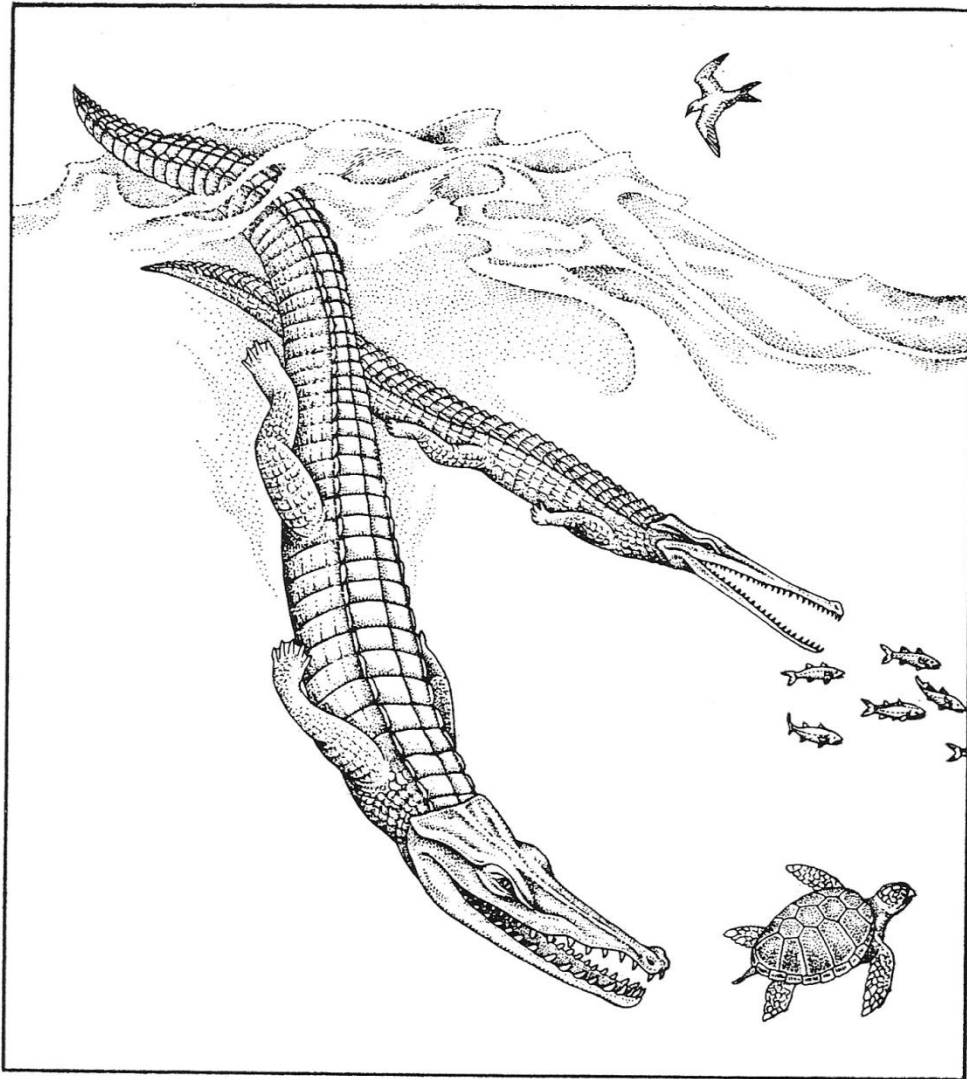
tralmente. Essi erano meno specializzati per la vita acquatica dei Teleosauri, anche se comparvero dopo questi ultimi; i loro reperti fossili vanno dal Giurassico superiore al Cretaceo inferiore dell'Europa e dell'Asia orientale. Recentemente nel Cretaceo inferiore dell'Africa settentrionale e dell'America meridionale è stata scoperta una specie d'acqua dolce di enormi dimensioni (l'esemplare africano era lungo 11 metri).

I Dirosauri costituiscono l'ultimo gruppo di Coccodrilli marini, vissuto dal Cretaceo superiore all'Eocene nelle acque costiere principalmente dell'Africa, ma anche di altre parti del mondo. Essi possedevano, come i Teleosauri, un'armatura a placche ossee, un muso lungo e stretto, denti sottili adatti alla cattura di Pesci. Tuttavia è stato trovato un genere (*Phosphatosaurus*) dotato di mascelle più corte e robuste, armate di denti posteriori grandi e ottusi, adatti a frantumare il guscio duro di prede costituite forse da tartarughe marine (Fig. 32). I Dirosauri si sono estinti probabilmente per la competizione con i progenitori dei Gavialidi, rappresentati ora da una sola specie (*Gavialis gangeticus*) vivente nei grandi fiumi del Pakistan, dell'India e della Birmania.

#### Conclusione

Nel primo volume della «Vita degli Animali» di Pasquini, Ghigi e Raffaele, dedicato alla Vita nel mare, i Rettili (ed i Mammiferi) marini vengono indicati come intrusi. Questa definizione appare impropria. Anche se questi animali appartengono a gruppi strutturati per la vita subaerea, essi sono il più delle volte ben adattati alla vita nel mare che spesso non abbandonano neanche durante l'epoca della riproduzione. Il loro adattamento non riguarda soltanto le modifiche anatomiche che li rendono capaci di muoversi agevolmente nel mezzo liquido, ma anche il loro perfetto inserimento tra gli originari abitatori del mare con l'occupazione di precisi posti nella catena alimentare. I Rettili marini si nutrono per lo più di Pesci, Molluschi (Cefalopoidi e Bivalvi), Crostacei e altri invertebrati, cioè divorano altri animali e quindi si trovano nella parte medio-alta della piramide alimentare. In genere non si è realizzata tra di essi il fenomeno della pre-





**Fig. 32 - Ricostruzione di due Coccodrilli Dirosauridi del Paleocene dell'Africa settentrionale (Tunisia). In alto: Dyrosaurus phosphaticus, lungo 6 metri, che cattura pesci. In basso: Phosphatosaurus gavialoides, lungo 9 metri, che cattura tartarughe marine (da Buffetaut).**

dazione, perché i Rettili marini, a differenza di quelli terrestri e d'acqua dolce, non sono stati indicati quali predatori di altri Rettili, se si eccettuano i casi di un Coccodrillo Dirosauride estinto che forse mangiava tartarughe e di giovani casualmente mangiati dai loro genitori. Si è realizzato, invece, il fenomeno della competizione per il prelievo dello stesso tipo di alimento, sia tra gruppi di Rettili (es. tra Plesiosauri e Mosasauri, tra Coccodrilli Dirosauridi e Gavialidi), sia tra Rettili (Placodonti) e Pesci.

Alla fine del Mesozoico i Rettili subirono una drastica riduzione sulle terre emerse e si estinsero quasi completamente nel mare; solo un certo numero di specie di tartarughe

e di Coccodrilli Dirosauri sopravvissero. Ma qualche milione di anni dopo, nell'Eocene, anche i Dirosauri e gli ultimi rappresentanti di una Famiglia di tartarughe (Toxocheliidi) si estinsero, mentre comparvero i rappresentanti di una nuova Famiglia di tartarughe (Dermocheliidi) e soprattutto comparvero i primi Mammiferi marini (Cetacei Archeoceti ed Odontoceti; Sirenni). Gli Archeoceti, con dentatura eterodonte come i Mammiferi terrestri, non ebbero una grande fortuna evolu-

tiva; essi si estinsero completamente nel Miocene, periodo che segna la radiazione evolutiva degli Odontoceti (Cetacei provvisti di denti) e la comparsa dei Mysticeti (Cetacei provvisti di fanoni) e dei Pinnipedi (foche, otarie, trichechi).

Le diverse forme di Rettili marini si sono succedute nel tempo occupando nicchie ecologiche vuote o in seguito a competizione con forme preesistenti. La drastica riduzione dei Rettili, sia marini che terrestri, avvenuta alla fine dell'era Mesozoica con conseguente radiazione evolutiva dei Mammiferi, ha consentito a questi ultimi di occupare anche il mare. I Cetacei ed i Pinnipedi, con la loro dieta a base di Pesci e di invertebrati (principalmente Molluschi e Crostacei), presentano abitudini alimentari simili a quelle della maggioranza dei Rettili marini, mentre i Sirenni, essendo erbivori, hanno abitudini alimentari simili ad una tartaruga marina (*Chelonia mydas*). Quindi i Sirenni e la tartaruga erbivora prelevano il loro nutrimento alla base della piramide alimentare; i Cetacei ed i Pinnipedi lo prelevano, come i Rettili marini, nella parte centrale della piramide alimentare. All'apice si trovano alcune specie predatrici di Mammiferi, Uccelli e Rettili: l'orca (*Orcinus orca*) che si nutre di Pinnipedi e di Cetacei, la foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) che si nutre di foche giovani e di pinguini, il coccodrillo marino (*Crocodylus porosus*) che si nutre oltre che di Pesci anche di Uccelli e Mammiferi, un genere di Coccodrillo Dirosauro estinto (*Phosphatosaurus*) che si nutriva forse di tartarughe. La maggior parte dei Mammiferi marini ha rioccupato le nicchie ecologiche lasciate libere dall'estinzione dei Rettili, collocandosi pertanto in posizioni simili nella piramide alimentare. Però non tutte le nicchie ecologiche sono state rioccupate: ad esempio, tra i Mammiferi non esistono specie che frantumano la conchiglia dei Molluschi o il guscio di altri invertebrati come facevano molti Rettili estinti. D'altra parte i Cetacei Mysticeti, nutrendosi soprattutto di Crostacei planctonici che filtrano attraverso i fanoni, hanno un modo di alimentazione non presentato prima dai Rettili.

## BIBLIOGRAFIA

- BUFFETAUT E., 1979: *L'evoluzione dei coccodrilli*. Le Scienze, n. 136, pp. 96-108.
- GRASSÉ P. P., 1970: *Traité de Zoologie*. Vol. XIV, Reptiles, Fasc. III. Masson et C.ie Éditeurs, Paris.
- GRASSÉ P. P., 1955: *Traité de Zoologie*. Vol. XVII, Mammifères, Fasc. I. Masson et C.ie Éditeurs, Paris.
- GRZIMEK B., 1972: *Vita degli Animali*. Vol. VI, Rettili. Bramante Editrice, Milano.
- HALLAM A., 1973: *I fossili e la deriva dei continenti*. Le Scienze, n. 54, pp. 85-93.
- HALSTEAD L. B., 1974: *Evoluzione dei Vertebrati*. Boringhieri, Torino.
- PANINI G. P. 1982: *Il grande libro della preistoria*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano.
- PASQUINI P., GHIGI A. e RAFFAELE F., 1974: *La vita degli Animali*. Vol. I, La vita nel mare. Terza edizione, Utet, Torino.
- ROMER A. S., 1956: *Osteology of the Reptiles*. The University of Chicago Press, Chicago.
- ROMER A. S., 1966: *Vertebrate Paleontology*. Third Edition, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- SALFI M., 1965: *Zoologia*. Seconda edizione, Valardi, Milano.
- VANNINI E., 1982: *Zoologia dei Vertebrati*, Utet, Torino.

---

### L'Autore:

Prof. Fulvio Zaffagnini, Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Ferrara.

---

tiva; essi si estinsero completamente nel Miocene, periodo che segna la radiazione evolutiva degli Odontoceti (Cetacei provvisti di denti) e la comparsa dei Mysticeti (Cetacei provvisti di fanoni) e dei Pinnipedi (foche, otarie, trichechi).

Le diverse forme di Rettili marini si sono succedute nel tempo occupando nicchie ecologiche vuote o in seguito a competizione con forme preesistenti. La drastica riduzione dei Rettili, sia marini che terrestri, avvenuta alla fine dell'era Mesozoica con conseguente radiazione evolutiva dei Mammiferi, ha consentito a questi ultimi di occupare anche il mare. I Cetacei ed i Pinnipedi, con la loro dieta a base di Pesci e di invertebrati (principalmente Molluschi e Crostacei), presentano abitudini alimentari simili a quelle della maggioranza dei Rettili marini, mentre i Sirenii, essendo erbivori, hanno abitudini alimentari simili ad una tartaruga marina (*Chelonia mydas*). Quindi i Sirenii e la tartaruga erbivora prelevano il loro nutrimento alla base della piramide alimentare; i Cetacei ed i Pinnipedi lo prelevano, come i Rettili marini, nella parte centrale della piramide alimentare. All'apice si trovano alcune specie predatrici di Mammiferi, Uccelli e Rettili: l'orca (*Orcinus orca*) che si nutre di Pinnipedi e di Cetacei, la foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) che si nutre di foche giovani e di pinguini, il coccodrillo marino (*Crocodylus porosus*) che si nutre oltre che di Pesci anche di Uccelli e Mammiferi, un genere di Coccodrillo Dirosauro estinto (*Phosphatosaurus*) che si nutriva forse di tartarughe. La maggior parte dei Mammiferi marini ha rioccupato le nicchie ecologiche lasciate libere dall'estinzione dei Rettili, collocandosi pertanto in posizioni simili nella piramide alimentare. Però non tutte le nicchie ecologiche sono state rioccupate: ad esempio, tra i Mammiferi non esistono specie che frantumano la conchiglia dei Molluschi o il guscio di altri invertebrati come facevano molti Rettili estinti. D'altra parte i Cetacei Mysticeti, nutrendosi soprattutto di Crostacei planctonici che filtrano attraverso i fanoni, hanno un modo di alimentazione non presentato prima dai Rettili.

## BIBLIOGRAFIA

- BUFFETAUT E., 1979: *L'evoluzione dei coccodrilli*. Le Scienze, n. 136, pp. 96-108.
- GRASSÉ P. P., 1970: *Traité de Zoologie*. Vol. XIV, Reptiles, Fasc. III. Masson et C.ie Éditeurs, Paris.
- GRASSÉ P. P., 1955: *Traité de Zoologie*. Vol. XVII, Mammifères, Fasc. I. Masson et C.ie Éditeurs, Paris.
- GRZIMEK B., 1972: *Vita degli Animali*. Vol. VI, Rettili. Bramante Editrice, Milano.
- HALLAM A., 1973: *I fossili e la deriva dei continenti*. Le Scienze, n. 54, pp. 85-93.
- HALSTEAD L. B., 1974: *Evoluzione dei Vertebrati*. Boringhieri, Torino.
- PANINI G. P. 1982: *Il grande libro della preistoria*. Arnaldo Mondadori Editore, Milano.
- PASQUINI P., GHIGI A. e RAFFAELE F., 1974: *La vita degli Animali*. Vol. I, La vita nel mare. Terza edizione, Utet, Torino.
- ROMER A. S., 1956: *Osteology of the Reptiles*. The University of Chicago Press, Chicago.
- ROMER A. S., 1966: *Vertebrate Paleontology*. Third Edition, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- SALFI M., 1965: *Zoologia*. Seconda edizione, Valardi, Milano.
- VANNINI E., 1982: *Zoologia dei Vertebrati*, Utet, Torino.

---

### L'Autore:

Prof. Fulvio Zaffagnini, Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Ferrara.

---



tiva; essi si estinsero completamente nel Miocene, periodo che segna la radiazione evolutiva degli Odontoceti (Cetacei provvisti di denti) e la comparsa dei Mysticeti (Cetacei provvisti di fanoni) e dei Pinnipedi (foche, otarie, trichechi).

Le diverse forme di Rettili marini si sono succedute nel tempo occupando nicchie ecologiche vuote o in seguito a competizione con forme preesistenti. La drastica riduzione dei Rettili, sia marini che terrestri, avvenuta alla fine dell'era Mesozoica con conseguente radiazione evolutiva dei Mammiferi, ha consentito a questi ultimi di occupare anche il mare. I Cetacei ed i Pinnipedi, con la loro dieta a base di Pesci e di invertebrati (principalmente Molluschi e Crostacei), presentano abitudini alimentari simili a quelle della maggioranza dei Rettili marini, mentre i Sirenii, essendo erbivori, hanno abitudini alimentari simili ad una tartaruga marina (*Chelonia mydas*). Quindi i Sirenii e la tartaruga erbivora prelevano il loro nutrimento alla base della piramide alimentare; i Cetacei ed i Pinnipedi lo prelevano, come i Rettili marini, nella parte centrale della piramide alimentare. All'apice si trovano alcune specie predatrici di Mammiferi, Uccelli e Rettili: l'orca (*Orcinus orca*) che si nutre di Pinnipedi e di Cetacei, la foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) che si nutre di foche giovani e di pinguini, il coccodrillo marino (*Crocodylus porosus*) che si nutre oltre che di Pesci anche di Uccelli e Mammiferi, un genere di Coccodrillo Dirosauro estinto (*Phosphatosaurus*) che si nutriva forse di tartarughe. La maggior parte dei Mammiferi marini ha rioccupato le nicchie ecologiche lasciate libere dall'estinzione dei Rettili, collocandosi pertanto in posizioni simili nella piramide alimentare. Però non tutte le nicchie ecologiche sono state rioccupate: ad esempio, tra i Mammiferi non esistono specie che frantumano la conchiglia dei Molluschi o il guscio di altri invertebrati come facevano molti Rettili estinti. D'altra parte i Cetacei Mysticeti, nutrendosi soprattutto di Crostacei planctonici che filtrano attraverso i fanoni, hanno un modo di alimentazione non presentato prima dai Rettili.

## BIBLIOGRAFIA

- BUFFETAUT E., 1979: *L'evoluzione dei coccodrilli*. Le Scienze, n. 136, pp. 96-108.
- GRASSÉ P. P., 1970: *Traité de Zoologie*. Vol. XIV, Reptiles, Fasc. III. Masson et C.ie Éditeurs, Paris.
- GRASSÉ P. P., 1955: *Traité de Zoologie*. Vol. XVII, Mammifères, Fasc. I. Masson et C.ie Éditeurs, Paris.
- GRZIMEK B., 1972: *Vita degli Animali*. Vol. VI, Rettili. Bramante Editrice, Milano.
- HALLAM A., 1973: *I fossili e la deriva dei continenti*. Le Scienze, n. 54, pp. 85-93.
- HALSTEAD L. B., 1974: *Evoluzione dei Vertebrati*. Boringhieri, Torino.
- PANINI G. P. 1982: *Il grande libro della preistoria*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano.
- PASQUINI P., GHIGI A. e RAFFAELE F., 1974: *La vita degli Animali*. Vol. I, La vita nel mare. Terza edizione, Utet, Torino.
- ROMER A. S., 1956: *Osteology of the Reptiles*. The University of Chicago Press, Chicago.
- ROMER A. S., 1966: *Vertebrate Paleontology*. Third Edition, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- SALFI M., 1965: *Zoologia*. Seconda edizione, Valardi, Milano.
- VANNINI E., 1982: *Zoologia dei Vertebrati*, Utet, Torino.

---

### L'Autore:

Prof. Fulvio Zaffagnini, Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Ferrara.

---