

## Una nuova icnoassociazione a vertebrati nel Triassico medio (Anisico) del Trentino meridionale (Val Gerlano, Vallarsa)

Rossana TODESCO\* & Massimo BERNARDI

Sezione di Geologia, Museo Tridentino di Scienze Naturali, Via Calepina 14, 38122 Trento, Italia

\* E-mail dell'Autore per corrispondenza: [rossana.todesco@mtsn.tn.it](mailto:rossana.todesco@mtsn.tn.it)

---

**RIASSUNTO** - *Una nuova icnoassociazione nel Triassico medio (Anisico) del Trentino meridionale (Val Gerlano, Vallarsa)* - Si riporta di un nuovo sito con orme fossili di tetrapodi riferibile al Triassico medio (Illirico) scoperto in Vallarsa (Trentino meridionale). Il materiale proviene da diversi livelli distribuiti nella parte basale del Conglomerato di Richthofen (localmente Conglomerato del Tretto) costituita da strati siltoso-arenaceo e riferibile ad un ambiente di delta conoide passante a delta fluviale. Le orme sono raggruppabili in almeno cinque icnotaxa: *Procolophonichnium*, *Rhynchosauroides*, *Rotodactylus*, *Brachychirotherium* e *Chirotherium*, che conferiscono all'associazione un buon grado di diversità. Le orme descritte nel presente lavoro costituiscono una associazione tipica per l'Anisico delle Alpi meridionali dominata da arcosauroomorfi e lepidosauroomorfi.

**SUMMARY** - *A new vertebrate ichnoassociation from the Middle Triassic (Anisian) of Southern Trentino (Val Gerlano, Vallarsa)* - Here we describe a new Middle Triassic (Illyrian) tetrapod ichnosite from Vallarsa (Southern Trentino, NE Italy). Specimens have been found in various levels within the basal part of the Richthofen conglomerate (locally "Tretto conglomerate") constituted by silty-sandy beds that can be put in relation with fan-delta environments. Ichnodiversity is remarkably high with at least five ichnotaxa documented: *Procolophonichnium*, *Rhynchosauroides*, *Rotodactylus*, *Brachychirotherium* e *Chirotherium*. This ichnoassociation presents the classical Southern Alpine Anisian composition with "archosauroomorph" and "lepidosauroomorph" tracks being dominant.

*Parole chiave:* Illirico, Vallarsa, Orme di tetrapodi, *Chirotherium*

*Key words:* Illyrian, Vallarsa, Tetrapod footprints, *Chirotherium*

---

### 1. INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'ultimo decennio uno specifico programma di ricerca condotto in Trentino-Alto Adige ha favorito la scoperta di numerosi siti ad orme di vertebrati terrestri. Tra essi, risultano particolarmente significative le icnoassociazioni provenienti dalle unità sedimentarie continentali o marino marginali del Triassico inferiore-medio sia per il loro contenuto paleoicnologico sia perché inserite in un contesto geologico tale da permetterne un agevole inquadramento crono- e biostratigrafico (Avanzini *et al.* 2001; Avanzini e Mietto 2008).

Il materiale icnologico oggetto di questa nota proviene da tre principali livelli stratigrafici appartenenti al Conglomerato di Richthofen (localmente definito Conglomerato del Tretto) (Barbieri *et al.* 1980), affiorante in due strette incisioni torrentizie in Val Gerlano, a monte dell'abitato di Speccheri, in Vallarsa (Trentino meridionale; Fig. 1). Questa unità è datata all'Anisico superiore (Illirico).

Il Conglomerato di Richthofen in quest'area poggia con limite graduale rapido su dolomie fenestrate e biolaminate miste a doloareniti attribuibili alla "dolomia del Serla superiore" ed è rappresentato da una successione di tipo *coarsening upward*, composta da siltiti rosse e arenarie fini laminate, alla base, e da arenarie e conglomerati a clasti

isorientati al tetto. Un sottile livello di calcari siltosi giallastri (Calcere di Morbiac/fm. a Sturia) lo separa dai soprastanti calcari di piattaforma del "calcere di Monte Spitz". L'ambiente deposizionale del Conglomerato di Richthofen in quest'area è riferibile ad un delta, che passa verso l'alto ad una piana fluviale/alluvionale.

I tre livelli principali che conservano le orme fossili sono situati alla base dell'unità e affiorano in due strette incisioni vallive adiacenti (GER A, GER B; Fig. 2).

La successione stratigrafica più completa misura 30 m ed affiora nella più occidentale delle due incisioni (GER B). Essa è suddivisibile in tre unità caratterizzate da un progressivo aumento della granulometria dal basso verso l'alto. L'unità A misura circa 9 m ed è composta prevalentemente da siltiti micacee rosse fittamente stratificate. Nella sua parte inferiore presenta siltiti alternate a strati centimetrici di doloareniti di colore giallastro, mentre nel resto dell'unità queste sono intercalate a sottili livelli planari (più raramente a geometria lenticolare) di arenarie fini rosso-giallastre che divengono sempre più frequenti verso la parte alta dell'unità. Gli intervalli arenarie/siltiti sono organizzati in piccoli cicli *fining-upward* di spessore decimetrico. Nelle siltiti le strutture sedimentarie più comuni sono rappresentate da laminazioni piano-parallele o ondulate e da superfici a *mud cracks* che, generalmente, si osservano al tetto delle sequenze *fining-upward*. Nelle arenarie fini si osservano



Fig. 1 - Localizzazione dell'area di studio. 1. Ometto; 2. Val Gerlano (GER A); 3. Val Gerlano (GER B).

Fig. 1 - Geographical setting of the studied area. 1. Ometto; 2. Val Gerlano (GER A); 3. Val Gerlano (GER B).

frequenti *ripple-marks* asimmetrici con direzione variabile e laminazione piano parallela.

L'unità B misura circa 6 m ed è costituita da una frazione maggiore di arenarie rispetto all'unità sottostante. I corpi arenacei, di spessore decimetrico, sono principalmente tabulari, in subordine lenticolari.

Gli intervalli arenarie/siltiti sono organizzati in cicli *fining-upward*. Verso l'alto dell'unità gli strati arenacei aumentano in granulometria e al loro interno si rinvencono piccoli clasti carbonatici subarrotondati. Nelle siltiti sono presenti laminazioni piano-parallele, *mud cracks* e *rain drops*, mentre nelle arenarie si trovano *ripple-marks* con foreset a direzione variabile 275°N e N 0° - N 180°. I resti fossili sono rappresentati da frustoli carboniosi e icnofossili. Le tracce fossili di vertebrati sono distribuite principalmente su due livelli e conservate in siltiti e arenarie fini. L'unità B è correlabile allo spezzone di serie affiorante per circa 6 m nel solco vallivo adiacente denominato (GER A). Qui la successione risulta tettonicamente disturbata ma nelle arenarie e siltiti rosse organizzate in cicli *fining-upward* è conservato un terzo livello ad orme caratterizzato da una moderata biodiversità.

L'unità C chiude la successione sedimentaria. Potente circa 15 m è costituita quasi interamente da arenarie medio-grosssolane e conglomerati. I livelli arenacei *fining-upward* alla base dell'unità mostrano gradazione diretta; nella parte superiore dell'unità gli strati sono amalgamati o mostrano cicli a gradazione inversa, da media a grossolana *coarsening-upward*. Corpi conglomeratici poligenici tabulari e lenticolari, di spessore pluri-decimetrico, carat-

terizzano la porzione medio-alta dell'unità e sono costituiti da clasti isoorientati (108° N) derivanti dalle sottostanti formazioni triassiche e permiane. Le strutture sedimentarie presenti sono rappresentate da laminazioni da piano-parallele ad ondulate e bioturbazioni verticali nelle facies più fini. Non sono presenti tracce di vertebrati.

Tutte le unità descritte sono riferibili ad un ambiente deposizionale di tipo fluviale. L'unità A è attribuibile ad un delta costiero con aree emerse fangose e piccoli canali meandriformi. L'unità B è riferibile ad una piana fluviale a carattere anastomizzato, con corsi d'acqua a energia moderata-bassa e aree emerse periodicamente inondate. L'unità C è relativa ad una piana fluviale più spostata verso l'entroterra con corsi d'acqua a più alta energia e a carattere anastomizzato riferibili ad una zona di conoide prossimale.

## 2. DESCRIZIONE DEL MATERIALE ICNOLOGICO

Le orme sono conservate su lastre isolate di arenaria e siltite di medie e piccole dimensioni (max 50x80cm). Si tratta principalmente di orme singole o a coppie, conservate sia come epirilievo concavo sia come ipirilievo convesso.

Il rimontaggio di alcune lastre ha permesso di ricostruire alcune piste: tra esse la prima documentata nelle Alpi meridionali per l'icnogenere *Chirotherium*. Molte orme dell'intero complesso icnologico presentano varianti extramorfologiche legate alla diversa consistenza del substrato e/o alla diversa andatura del *trackmaker*.

Il materiale è custodito al Museo Tridentino di Scienze Naturali Trento (collezioni paleontologiche) ed è inventariato con l'acronimo MTSN seguito da un numero progressivo. Il metodo di studio e il calcolo dei parametri si basano su Leonardi (1987).

### 2.1. *Icnogenere* *Procolophonichnium Nopsca 1923* *Procolophonichnium isp.*

Materiale: MTSN 5651, 5652, 5673, 5674, 5690, 5693, 5694, 5695, 5698, 5699, 5700, 5702, 5712, 6210, 6212, 6237, 6241, 6244

#### TAVOLA 1

##### Descrizione

*Pes.* Orma digitigrada pentadattila con dita corte e tozze: IV>II=III=V>I. Nelle dita III-IV la parte distale delle dita è rivolta all'esterno. Il dito I è raramente impresso, rappresentato spesso solo dalla parte terminale. Il dito V è leggermente arretrato, tendente a divergere verso l'esterno rispetto al gruppo II-IV e con l'estremità ruotata verso l'esterno.

*Manus.* Simile al piede ma tetradattila, più piccola, anteriore e leggermente spostata verso l'esterno. La lunghezza massima non supera 1,5 cm. Solitamente appare meno impressa del piede, si distinguono comunque le dita (II>III>IV).

In pista (MTSN 5690 e 5712): l'angolo di passo è basso, circa 80°-90°, e lo stride è compreso tra 135 e 178 mm, la larghezza della pista è circa 100 mm. Mani e piede sono paralleli o leggermente divergenti rispetto all'asse della pista.

In alcune orme è conservata traccia della pelle che sulle dita si presenta a scaglie trasversali.

Parametri completi in Appendice 1.

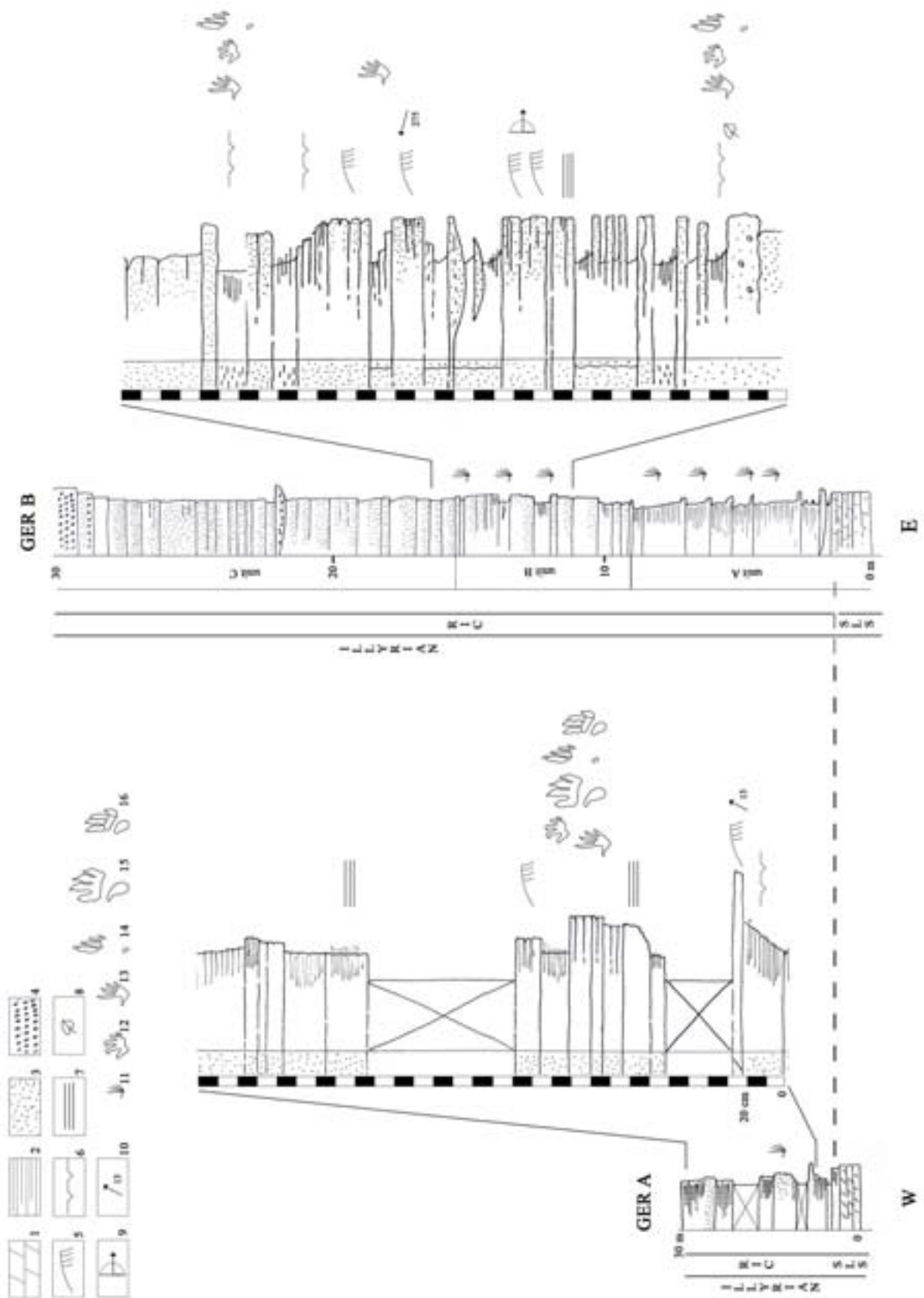


Fig. 2 - Schema stratigrafico dei due solchi vallivi indagati. In legenda: 1. dolostone; 2. siltite; 3. arenaria; 4. conglomerato; 5. ripple marks; 6. mud cracks; 7. laminazione parallela; 8. resti vegetali; 9. direzione del flusso di corrente da 0° 180°; 10. Direzione del flusso di corrente; 11. Livello ad orme; 12. Procolophonichnium; 13. Rhynchosauroides; 14. Rotodactylus; 15. Chirotherium. 16. Brachychirotherium.  
 Fig. 2 - Stratigraphic log of the two studied outcrops. 1. dolostone; 2. siltstone; 3. sandstone; 4. conglomerate; 5. ripple marks; 6. mud cracks; 7. parallel lamination; 8. vegetal remains; 9. current direction - range 0° - 180°; 10. current direction; 11. trampled level; 12. Procolophonichnium; 13. Rhynchosauroides; 14. Rotodactylus; 15. Chirotherium. 16. Brachychirotherium.

*Discussione*

Il materiale della Vallarsa presenta le caratteristiche generali dell'icnogenere. Si è tentata una determinazione più di dettaglio attraverso il confronto con le icnospecie descritte; tra queste la più prossima sembra essere *P. winterswijkense* (Demathieu & Oosterink 1983), ampiamente diffusa nei *tidal flat* carbonatici del Muschelkalk in Germania (Diedrich 2001, 2002). Un tentativo di revisione dell'icnogenere è stato proposto da Diedrich (2001, 2002). L'autore propone *Procolophonichium haarmühlensis* in sostituzione di *Rhynchosauroides haarmühlensis* (Holst *et al.* 1970) sulla base della reinterpretazione dei set manus/pes. L'autore inoltre considera la specie *Procolophonichium winterswijkense* e l'icnogenere *Phenacopus* Demathieu & Oosterink 1980 sinonimi di *P. haarmühlensis* in quanto probabili varianti preservazionali. Tuttavia la tassonomia ancora confusa di queste forme non sembra permettere una attribuzione affidabile pertanto gli esemplari qui descritti vengono mantenuti in nomenclatura aperta.

L'icnogenere *Procolophonichium* è ampiamente distribuito nel Lower e Middle Muschelkalk in Germania e nell'Olanda orientale in facies di ambiente sopratidale arido (Demathieu & Oosterink 1983; Diedrich 2000, 2001, 2002). È stato riconosciuto inoltre nel Triassico medio della Francia (Demathieu 1977; Gand *et al.* 2007) e nel Triassico inferiore della Germania (Buntsandstein), dove è stato istituito l'icnogenere (Nopcsa 1923; Rühle Von Liliestern 1939; Haubold 1971; Demathieu & Mueller 1978), e in Polonia e.g. *P. polonicum* (Fuglewicz *et al.* 1990; Ptaszynski 2000).

In Italia l'icnogenere è discretamente rappresentato nei livelli continentali dell'Anisico (Pelsonico - Illirico) del Sudalpino (Avanzini 1999; Valdiserri & Avanzini 2007) e riconosciuto nel Triassico della Toscana (*Procolophonipus italicus* Huene 1941).

2. 2. *Icnogenere: Rhynchosauroides Maidwell 1911*  
*Rhynchosauroides tirolicus Abel 1926*

Materiale: MTSN 5654, 5655, 5656, 5657, 5658, 5659, 5662, 5664, 5665, 5667, 5668, 5669, 5670, 5675, 5676, 5677, 5678, 5679, 5679, 5680, 5681, 5684, 5687, 5688, 5692, 5698, 5700, 5702, 5714, 5715, 5716, 5717, 5719, 6236, 6238, 6239, 6242, 6243, 6245, 6246, 6247

## TAVOLA 2

*Descrizione*

*Pes.* Orma di piccole dimensioni, ectassonica digitigrada con dita I<II<III<IV. Le dita sono sottili, lunghe con la parte terminale rivolta verso l'interno dell'orma. Le dita I e V del piede non sono quasi mai impresse e l'orma da pentadattila appare tridattila.

*Manus.* Simile al piede per forma e proporzione delle dita, ma si presenta più piccola e semiplantigrada, nei set e in pista è generalmente sorpassata dal piede.

In pista l'angolo di passo della mano è 136°, quello del piede 90°. Stride mano 215-240 mm, passo obliquo 112-122 mm. La divergenza della mano rispetto alla pista varia da 30-46° mentre il piede 4-12°.

Parametri completi in Appendice 2.

*Discussione*

La morfologia e l'assetto generale dell'orma sono

riconducibili all'icnospecie *Rhynchosauroides tirolicus* molto diffusa nel triassico medio del Sudalpino (Abel 1926; Brandner 1973; Avanzini 1998; Avanzini & Renesto 2002). Nell'icnoassociazione della Val Gerlano *R. tirolicus* è presente in tutti i livelli indagati benché rappresentato da pochi esemplari, generalmente di dimensioni minori di quelle riscontrate in altre icnoassociazioni (e.g. Cgm. Richthofen della Val Pusteria o Cgm. di Voltago della Valle di Non) (Abel 1926; Brandner 1973; Avanzini 1998; Avanzini & Renesto 2002).

2. 3. *Icnogenere Rotodactylus Peabody 1948*  
*Rotodactylus cfr. matthesi Haubold 1967*

Materiale: MTSN 5661, 5654, 5655, 5681, 5682, 5685, 5696, 5697, 5718, 5713, 6236, 6240, 6247

## TAVOLA 3

*Descrizione*

Orme lunghe e strette (L/W = 2,7) digitigrade, pentadattile con tre dita bene impresse (II, III, IV).

*Pes.* Le dita rispettano la proporzione I<II<III<IV, con il dito IV che supera di poco il III. Il gruppo II-IV è subparallelo e ravvicinato, con estremità distali spesso ruotate verso l'interno. Quando impresse, le dita I e V hanno forma arrotondata, il V dito è posizionato posteriormente in asse con il IV e ben separato dalle altre dita con una distanza circa pari alla lunghezza del IV dito. In alcune orme è conservata traccia delle unghie.

*Manus.* Simile nella forma al piede. È più piccola del piede, con ben visibili le dita II, III, IV. Il dito IV supera di poco o equivale in lunghezza il III, e il II è il più corto. Nei set mano - piede la mano è sorpassata dal piede con una distanza che varia a seconda della velocità del *trackmaker* e diverge verso l'interno della pista.

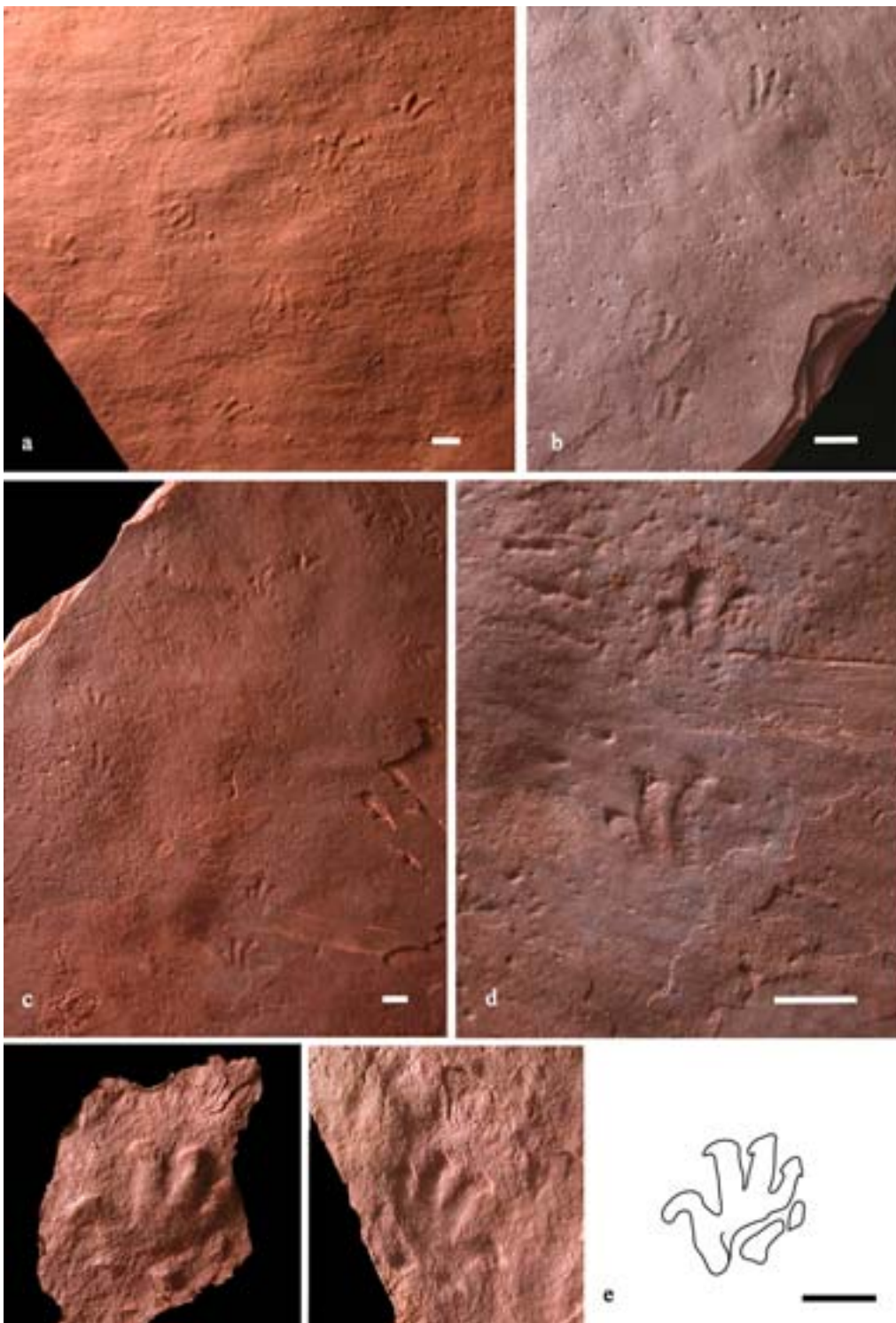
Nei set la massima distanza obliqua mano - piede è di circa 125 mm e, rispetto al piede, la mano è leggermente ruotata verso l'interno della pista.

Parametri completi in Appendice 3.

*Discussione*

Non sono presenti orme in pista. Una precisa determinazione risulta dunque difficile; per la morfologia generale dell'orma e per le dimensioni le orme della Val Gerlano sono confrontabili le specie *R. cursorius* Peabody 1948 e *R. matthesi* Haubold 1967. Gli esemplari di *Rotodactylus* provenienti dalla Val Gerlano per la posizione del dito V, arretrato in asse con il IV e l'inclinazione della mano verso l'interno della pista, sembrerebbero essere maggiormente affini a *R. matthesi*.

L'icnogenere *Rotodactylus* è stato istituito da Peabody nel 1948 dopo lo studio di un'ampia icnoassociazione proveniente dalla Moenkopi Formation nel southwest degli Stati Uniti datata al Triassico inferiore-medio (Scitico-Anisico). In Europa è stato riconosciuto nel Buntsandstein tedesco (Trias inferiore, Scitico) da Haubold (1967) e nel Muschelkalk francese (Trias medio, Anisico-Ladinico) con diverse icnospecie (Demathieu 1971, 1984; Demathieu & Gand 1973, 1974). In Italia è stato segnalato nelle facies di ambiente marino-marginale del Calcere di Recoaro e continentale del Conglomerato di Voltago (Valdiserri & Avanzini 2007). Recenti ritrovamenti sono segnalati anche nel Triassico medio dell'Algeria (Kotanski *et al.* 2004).

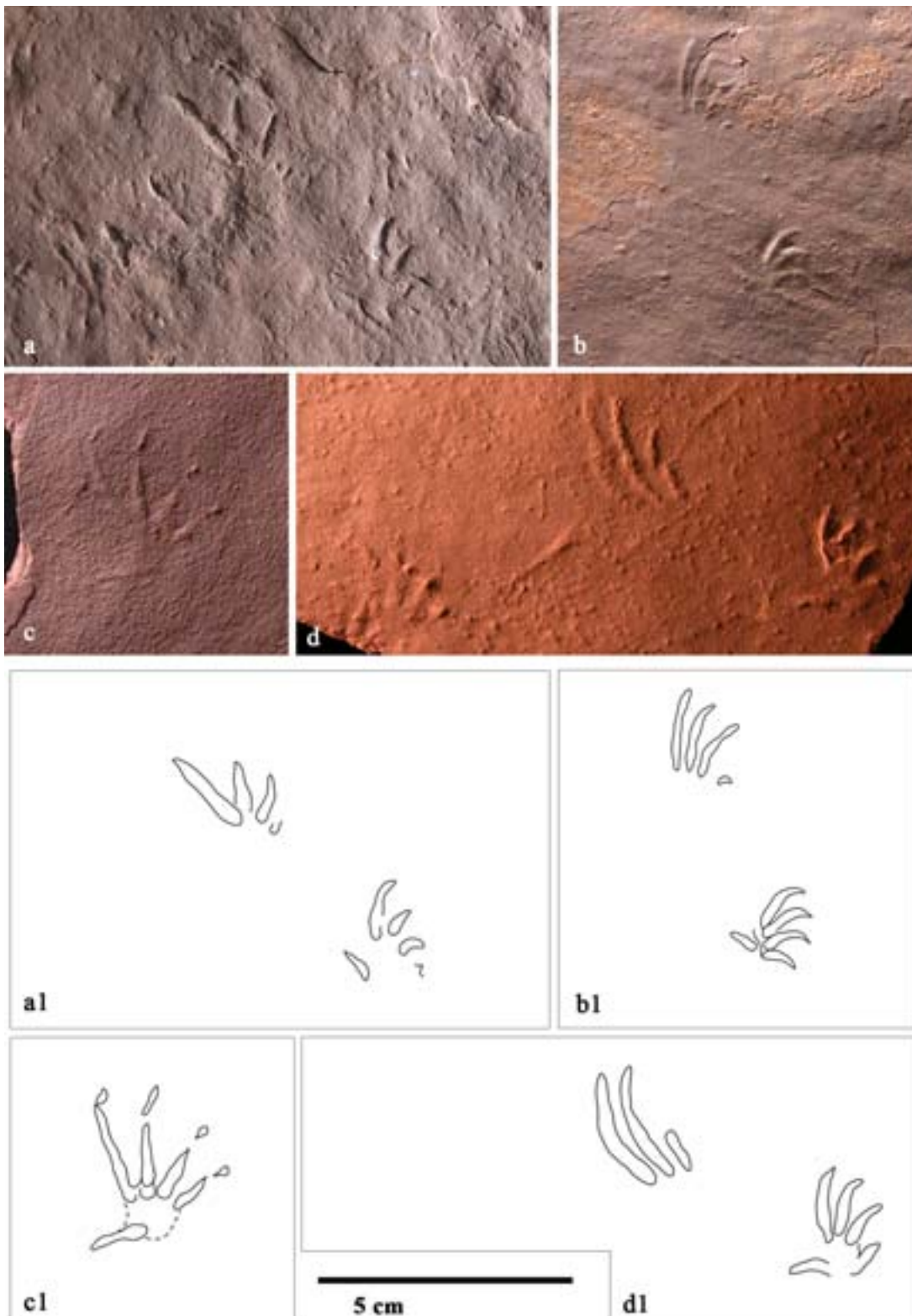


TAV. 1 - *Procolophonichnium*

- a) *Procolophonichnium*, coppia *manu-pes* in alto a destra, controimpronta. MTSN 5694
  - b) Due set *manu-pes* consecutivi, impronta. MTSN 5695
  - c) Pista, 3 set *manu-pes* consecutivi, impronta. MTSN 5690
  - d) Particolare della traccia della pelle a scaglie che ricopriva le dita dell'autore di *Procolophonichnium*. MTSN 5690
  - e) Pes, controimpronta e impronta. A destra il disegno. MTSN 5673, MTSN 5674
- Scala 1 cm

TAB. 1 - *Procolophonichnium*

- a) *Procolophonichnium*, *manu-pes couple* (top left), natural casts. MTSN 5694
  - b) Two consecutive *manu-pes sets*, tracks. MTSN 5695
  - c) Three consecutive *manu-pes sets*, tracks. MTSN 5690
  - d) Skin and scales detail. MTSN 5690
  - e) Pes, natural cast and track. To the right: interpretation. MTSN 5673, MTSN 5674
- Scale bar 1 cm



TAV. 2 - *Rhynchosauroides*

- a, a1) Coppia *manus-pes*, impronta e riproduzione schematica delle orme. MTSN 5714
- b, b1) Coppia *manus-pes*, controimpronta e riproduzione schematica delle orme. MTSN 5700
- c, c1) Mano, controimpronta e riproduzione schematica delle orme. MTSN 5665
- d, d1) Coppia *manus-pes*, controimpronta e riproduzione schematica delle orme. MTSN 5698

scala 5 cm

TAB. 2 - *Rhynchosauroides*

- a, a1) *Manus-pes couple, track and its interpretation. MTSN 5714*
  - b, b1) *Manus-pes couple, natural casts and interpretation. MTSN 5700*
  - c, c1) *Manus, natural casts and interpretation. MTSN 5665*
  - d, d1) *Manus-pes couple, natural casts and interpretation. MTSN 5698*
- scale bar 5 cm

2. 4. *Ichnogenera* *Chirotherium* Kaup 1835  
*Chirotherium isp.*

Materiale: MTSN 5671, 5672, 5701, 5703, 5704, 5707, 5709, 5711, 5710, 6213

FIG. 3

*Descrizione*

Orma mesassonica, pentadattila, digitigrada o semiplantigrada, di medie dimensioni. La pista si presenta con un angolo di passo di circa 160° e mediamente larga. Il piede ha una lunghezza che varia da 108 mm a 120 mm.

*Pes.* L'orma appare simmetrica con il III dito più lungo e il IV poco più corto del II. La proporzione delle dita è III>II>IV>I. Il I dito è posizionato posteriormente rispetto al gruppo II-IV e in orme mal conservate manca completamente (MTSN 5671). Il *cross-axis* misura circa 80°. Il dito V è marcato da un cuscinetto metatarsale subcircolare arretrato e mesiale compreso tra gli assi delle dita III e IV (non fuoriesce dal prolungamento prossimale del dito IV); termina con l'impressione di una falange ridotta, curvata verso l'esterno. Nelle orme poco impresse o mal conservate il dito V è appena visibile (MTSN 5671, 5709). L'orma ha rapporto  $L/W=1.07$  con morfologia generale piuttosto tozza. Le dita I-IV terminano con l'impressione di unghie sottili ed allungate.

*Manus.* Più piccola del piede ( $L=50\text{mm}$ ,  $W=58\text{mm}$ ). Pentadattila e semiplantigrada. Dita III>II>IV>I. Il dito V ha forma ovoidale ed è arretrato in posizione laterale, con assetto variabile.

*Pista.* Mediamente larga (90 mm) con stride pari a 660 mm e angolo del passo uguale a 160°. La mano è posizionata davanti e medialmente rispetto al piede (sul prolungamento ideale del dito I del piede). *Manus* e *pes* hanno asse circa parallelo; entrambi divaricano verso l'esterno rispetto all'asse della pista (mano: 17°-30°; piede: 20°-30°).

Parametri completi in Appendice 4.

*Discussione*

L'assetto e la morfologia generale dell'orma sono tipiche dell'ichnogenera *Chirotherium*. Alcune caratteristiche quali le modeste dimensioni dell'orma e del dito V, la posizione della mano interna rispetto al piede e l'andamento della pista, restringono il campo all'icnospecie *Chirotherium sickleri* Kaup 1835.

Tuttavia l'esemplare scoperto in Val Gerlano presenta peculiari diversità con l'icnospecie suddetta:

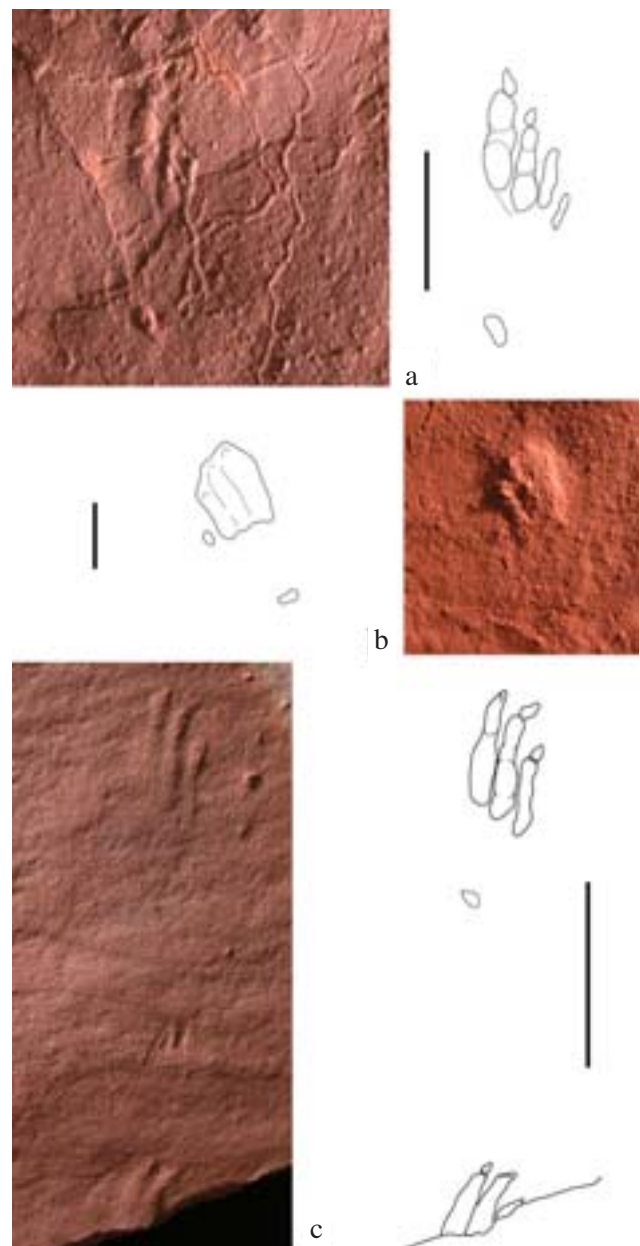
(1) il dito V trovandosi in posizione compresa tra gli assi del III e del IV, non sporge mai dal perimetro dell'orma, come invece si verifica in *C. sickleri* e negli altri esemplari di *Chirotherium* del Triassico medio.

(2) la forma generale dell'orma appare tozza ( $L/W=1.07$  del gruppo I-IV), mentre *C. sickleri* è sempre descritta con forma stretta.

(3) dito II più lungo del IV. In *C. sickleri*, invece, il IV dito appare sempre più lungo del II o al massimo equivalente.

(4) dito I con base molto prossimale rispetto al gruppo II-IV come in *C. barthii*, mentre in *C. sickleri* forma un unico blocco I-IV.

Tuttavia analogamente a quanto proposto per *C. sickleri* anche l'esemplare qui descritto potrebbe rappresentare una forma giovanile di *C. barthii* o *C. stenorense*



TAV. 3 - *Rotodactylus isp.*

a) Piede, controimpronta e riproduzione schematica dell'orma. Presenti tracce di microinvertebrati. MTSN 5654. Scala 4cm

b) Aspetto dell'orma impressa su un sedimento troppo molle, controimpronta e riproduzione schematica dell'orma. MTSN 5682. Scala 1cm

c) Coppia mano-piede, controimpronta e riproduzione schematica delle orme. MTSN 5661. Scala 2cm

TAB. 3 - *Rotodactylus isp.*

a) *Pes*, natural casts and interpretation. There are microinvertebrate traces. MTSN 5654. Scale bar 4cm

b) Tracks on soft sediment, natural casts and interpretation. MTSN 5682. Scale bar 1cm

c) Manus-pes couple, natural casts and interpretation. MTSN 5661. Scale bar 2cm

Morton 1863. Su questo punto, ancora poco compreso, due considerazioni elaborate da King *et al.* (2005) paiono rilevanti. La prima riguarda la posizione della mano rispetto al

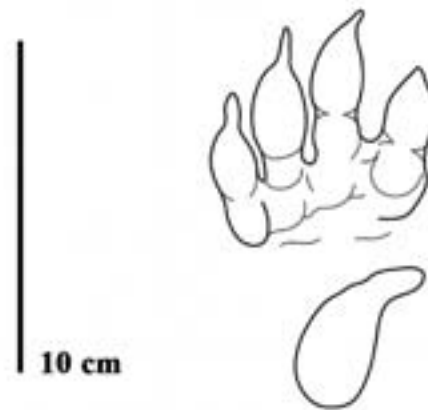


Fig. 3 - *Chirotherium isp.* coppia *manus-pes* (disegno ideale ricavato dall'impronta e contrimpronta conservate sulle lastre MTSN 5701 e 5703). Scala 10 cm.

Fig. 3 - *Chirotherium isp.* manus-pes couple (reconstructed set from specimens MTSN 5701 and 5703). Scale bar 10 cm.

piele che, se spostata verso l'interno (in *C. sickleri* come per l'esemplare qui descritto), sarebbe tipica di animali con un peso del corpo distribuito soprattutto sugli arti posteriori (mentre, in animali che caricano anche sugli arti anteriori, come gli individui giovanili, la mano dovrebbe posizionarsi più in linea con il piede). La seconda riguarda l'assenza del dito V della mano, spesso riscontrabile in *C. sickleri* e nell'esemplare della Val Gerlano che sarebbe anch'essa tipica di animali con un peso distribuito soprattutto sugli arti posteriori. Il peso sugli arti posteriori sarebbe indicazione di animali adulti. Ciò sembrerebbe suggerire che l'esemplare della Vallarsa possa rappresentare una forma particolarmente piccola di questo icnogenere.

*Chirotherium* è la traccia fossile di vertebrato più famosa dei livelli continentali del Triassico inferiore-medio. È segnalato in Europa, Nord America, Sud America, Africa orientale e nel sud-est della Cina (Haubold 2008; Peabody 1948; Melchor & de Valais 2006; Ginsburg *et al.* 1966; Yang *et al.* 2008). In Italia è stato riconosciuto nelle facies, già citate, di ambiente marino-marginale del Calcare di Recoaro e del Conglomerato di Richthofen (Valdiserri & Avanzini 2007; Brandner 1973) e nelle facies fluviali del Conglomerato di Voltago (Avanzini 1999).

#### 2. 5. aff. *Brachychirotherium* Beurlen 1950

Materiale: MTSN 5705, 5706, 5707, 5708 tutti *sets manus-pes* mal conservati

FIG. 4

#### Descrizione

Orme di piccole dimensioni (pes = 80 mm), pentadattile, dalla forma allungata.

*Pes.* Orma mesassonica con il dito III più lungo, semiplantigrada. Le dita seguono la proporzione  $III \geq IV > II > I$ . Il primo dito è fortemente spostato verso il basso rispetto al gruppo II-IV. Il quinto dito, quando impresso, si posiziona dietro, staccato, al gruppo I-IV, in linea con l'asse del dito IV. Ha forma ovoidale di piccole dimensioni e non sembra sporgere dal perimetro dell'orma.

*Manus.* La mano è più piccola del piede (L = 35 mm), semiplantigrada anteriore al piede, in linea con il dito III di quest'ultimo o spostata verso l'interno della pista (MTSN 5705). Sono riconoscibili le dita II, III (che sembra il più lungo), IV e V. Il dito V assume una posizione variabili.

#### Discussione

Le caratteristiche dell'orma riconducono all'icno-



genere *Brachychirotherium* Beurlen 1950. Anche in questo caso le icnospecie del Triassico medio sono numerose. Per morfologia le orme della Val Gerlano sembrano confrontabili con *B. parvum*, presente riconosciuto da Brandner 1973 (*B. aff. parvum*) in livelli coevi in Alto-Adige.

L'icnogenere è distribuito in tutta Europa dal Triassico inferiore (e.g. *B. preaparvum*) al Triassico superiore (e.g. *B. Thuringiacum*) con una significativa distribuzione stratigrafica delle varie icnospecie (Haubold 1971; Demathieu & Haubold 1972; Gand *et al.* 2007; Avanzini & Mietto 2008; Klein & Haubold 2007; Klein & Lucas 2010). Recenti segnalazioni provengono anche dal Triassico medio dell'Argentina occidentale (Melchor *et al.* 2006) e nel Triassico superiore del Marocco (Hminna *et al.* 2009). In Italia è stato segnalato nei livelli continentali dell'Anisico (Pelsonico e Illirico) del Trentino-Alto Adige (Brandner 1973; Avanzini 1999; Todesco *et al.* 2008).

### 3. CONCLUSIONI

L'icnoassociazione a *Rhynchosauroides*, *Procolophonichnium*, *Rotodactylus*, *Chirotherium* e *Brachychirotherium* qui descritta si presenta come tipica per il Triassico Medio europeo. L'icnoassociazione descritta è confrontabile con quelle scoperte negli strati coevi di Trentino Alto Adige e Veneto occidentale. Essa mostra tuttavia alcune differenze come l'abbondanza degli icnogenere *Procolophonichnium* (circa il 25% delle orme) e *Rotodactylus*, rari nelle altre icnofaune. *Rhynchosauroides* e *Chirotherium* sono rappresentati da forme insolitamente piccole.

### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti coloro i quali hanno partecipato allo scavo paleontologico ed al rilevamento dei dati geologici, in particolare modo Marco Avanzini, Christian Casarotto, Paolo Ferretti, Fabio Massimo Petti, e Riccardo Tomasoni (Museo Tridentino di Scienze Naturali), Sofia Gamberi e Fabrizio Benvenuto (Università di Bologna) nonché Angela Berti, Claudio Broseghini e Giorgio Broz. Ringraziamo Geremia Gios (Università degli Studi di Trento, Dip. Economia) per l'assistenza logistica sul sito. Siamo inoltre particolarmente grati a Marco Avanzini (Museo Tridentino di Scienze Naturali) per la revisione critica del manoscritto. Il presente studio è stato finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento attraverso il progetto di ricerca OPENLOC, denominato "Major Projects 2006". Partners del progetto la Fondazione E. Mach, il Manchester Institute of Innovation Research, il Museo Tridentino di Scienze Naturali, l'Università di Bologna e l'Università di Trento. Si ringrazia anche il Servizio Civile Nazionale per aver sostenuto il lavoro di RT.

### BIBLIOGRAFIA

Abel O., 1926 - Der este Fund einer Tetrapodenfährte in den unteren alpinen Trias. *Paläontologische Zeitschrift*, 7: 22-24.  
Avanzini M. e Neri C., 1998 - Impronte di tetrapodi da sedimenti anisici della Valle di Non (Trentino occidentale - Italia): nota

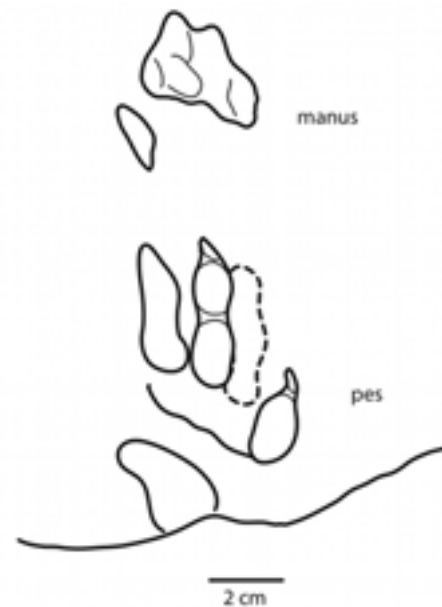


Fig. 4 - *Brachychirotherium* isp. coppia manus-pes (MTSN 5706). Scala 2 cm.

Fig. 4 - *Brachychirotherium* isp., manus-pes couple (MTSN 5706). Scale bar 2 cm.

preliminare. *Ann. Mus. Civ. St. nat. Ferrara*, 1: 5-19  
Avanzini M., 1999 - New Anisian vertebrate tracks from the Southern Alps (Val d'Adige and Valle di Non - Italy). *Rivista Museo Civico Scienze Naturali "E. Caffi" Bergamo*, 20: 17-21.  
Avanzini M., Ceoloni P., Conti M.A., Leonardi G., Manni R., Mariotti N., Mietto P., Muraro C., Nicosia U., Sacchi E., Santi G., & Spezzamonte M., 2001 - Permian and Triassic tetrapod ichnofaunal units of Northern Italy: their potential contribution to continental biochronology. *Natura Bresciana* 25: 89 - 107.  
Avanzini M., & Renesto S., 2002 - A review of *Rhynchosauroides tirolicus* Abel 1926 ichnospecies (Middle Triassic: Anisian - Ladinian) and some inference on *Rhynchosauroides* trackmaker. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 108: 51-66.  
Avanzini M., & Mietto P., 2008 - Lower and Middle Triassic footprints-based biochronology in the Italian Southern Alps. *Oryctos*, 8: 3-13.  
Barbieri G., De Vecchi Gp., De Zanche V., Di Lallo E., Frizzo P., Mietto P., & Sedeo R., 1980 - Note illustrative della carta geologica dell'area di Recoaro. *Memorie di Sc. Geologiche Univ. Di Padova*, 34: 23-52.  
Beurlen K., 1950 - Neue Fahrtenfunde aus der Frankischen Trias. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 1950: 308-320.  
Brandner R., 1973 - Tetrapodenfährten aus der unteren Mitteltrias der Südalpen. *Veröffentlichungen der Universität Innsbruck*, 86: 57-71.  
Demathieu G., 1971 - Cinq nouvelles espèces d'empreintes de Reptiles du Trias de la Bordure N-E du Massif Central. *C.R. séan. Acad. Sci.*, série D, 272: 812-814.  
Demathieu G., 1984 - Une icnofaune du Trias Moyen du Bassin de Lodève (Hérault, France). *Annales de Paléontologie (Vert-Invert)*, 70: 247-273.

- Demathieu G. & Gand G., 1973 - Deux especes ichnologiques nouvelles des Grès à empreintes du Plateau d'Antully. *Bull. St. N. D'Autun*, 67 p.
- Demathieu G. & Gand G., 1974 - Une nouvelle espece du genre Rotodactylus découverte dans les grès du Trias moyen du Plateau d'Antully: Rotodactylus velox. *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Autun*, 72: 9-22.
- Demathieu G., 1977 - Des Microvertébrés dans le Trias Moyen du Lyonnais et du Mâconnais révélés par leurs empreintes; signification paléocologique. *Geobios*, 10: 351-367.
- Demathieu G., & Haubold H., 1972 - Stratigraphische Aussagen der Tetrapodenfährten aus der terrestrischen Trias Europas. *Geologie*, 21: 802-836.
- Demathieu G., & Müller E., 1978 Fährten von Kleinreptilien im Mittleren Buntsandstein bei Britten (Saarland). *Jber. Mitt. Obershein. Geol. Ver.*, 60: 155-166.
- Demathieu G., & Oosterink H., 1983 - Die Wirbeltier-ichnofauna aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk, *Starin-gia*: 1-50.
- Demathieu G., & Oosterink H., 1988 - New discoveries of ichno-fossils from the Middle Triassic of Winterswijk (the Netherlands). *Geologie en Mijnbouw*, 67: 3-17.
- Diedrich C., 2000 - Neue Wirbeltierfährten aus dem Unteren Muschelkalk (Mitteltrias) des Osnabrücker Berglandes und Teutoburger Waldes (NW-Deutschland) und ihre stratigraphische und paläogeographische Bedeutung im Germanischen Becken. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 217: 369-395
- Diedrich C., 2001 - Vertebrate track bed stratigraphy of the Röt and basal Lower Muschelkalk (Anisian) of Winterswijk (East Netherlands). *Geologie en Mijnbouw, Netherlads Journal of Geosciences* 80: 31-39.
- Diedrich C., 2002 - Vertebrate track bed stratigraphy at new megatrack sites in Upper Wellenkalk Member and orbicularis Member (Muschelkalk, Middle Triassic) in carbonate tidal flat environments of the Western Germanic Basin, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 183: 85-208.
- Faber F.J., 1958 - Fossiele voetstappen in de Muschelkalk van Winterswijk. *Geol en Mijnbouw*, 20: 317-321
- Fuglewicz R., Ptaszynski T., & Rdzanek K., 1990 - Lower Triassic footprints from the Swietokrzyskie (Holy Cross) mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 35: 109-164
- Gand G., Demathieu G., & Montenat C., 2007. Les traces de pas d'amphibiens, de dinosaures et autres reptiles du Mésozoïque français: inventaire et interpretations. *Palaeovertebrata*, 35: 1-4.
- Ginsburg L., Lapparent A.F. de et Taquet P. 1968 - Piste de Chirotherium dans le Trias du Niger. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 266: 2056-2058.
- Haubold H., 1967 - Eine pseudosuchia-Fährtenfauna aus dem Buntsandstein Südthüringens – *Hall. Jb. Mitteldt. Erdg.*, 8: 12-48.
- Haubold H., 1971 - Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium. In Kuhn O (ed.), *Handbuch der Paläoherpetologie*, Teil 18, Gustav-Fischer-Verlag, 124p.
- Haubold H., 2008 – Die Fährtenfläche bei Eiterfeld (Osthessen, Landkreis Fulda) in den *Chirotherium*-Schichten der Solling-Folge des Buntsandsteins. *Geol. Jb. Hessen*, 135: 61-100.
- Hitchcock C.H., 1889 - Recent progress in ichnology. *Boston Soc. Nat. Hist. Proc.*, 24: 117-127.
- Huene F., 1941 - Die tetrapoden-Fährten im toskanischen Verrucano und ihre Bedeutung. *N. Jb. Miner. Geol. Palaent.*, B., 86: 1-34.
- Holst H.K.H., Smit J., & Veenstra E., 1970 - Lacertoid footprints from the early Middle Triassic at Haarmühle, near Alstätte, W. Germany. *Proceedings van het koninklijk Nederlandse Akademie Wetenschappen Sektion B*, 73: 157-165.
- Kaup J.J., 1835 - Mitteilung über Tiefährten bei Hildurghausen. *Neves Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaontologie*, 1: 327-328.
- King M.J., Sarjeant W.A.S., Thompson D.B. & Treise G., 2005 - A revised systematic ichnotaxonomy and review of the vertebrate footprint ichnofamily Chirotheriidae from the British Triassic. *Ichnos*, 12: 241-299.
- Klein H., & Haubold H., 2007 - Archosaur footprints – potential for biochronology of Triassic continental sequences. Lucas, S.G. and Spielmann, J.A., eds., 2007, *The Global Triassic*. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 41.
- Klein H., & Lucas S.G., 2010 - Tetrapod footprints – their use in biostratigraphy and biochronology of the Triassic. *Geological Society, London, Special Publications*, 334: 419-446.
- Klein H., & Lucas S.G., In press - Review of the tetrapod ichnofauna of the moenkopi Formation/Group (Early-Middle Triassic, Olekian-Anisian) of the North American southwest – the collection of F. E. Peabody and S. P. Welles.
- Klein H., & Lucas S.G., 2010 - Tetrapod footprints - their use in biostratigraphy and biochronology of the Triassic. *Geological Society, London, Special Publications*, 334: 419-446.
- Kotanski Z., Gierlinski G., & Ptaszynski T., 2004 - Reptile tracks (Rotodactylus) from the Middle Triassic of the Djurdjura Mountains in Algeria. *Geological Quarterly*, 48: 89-96.
- Hminna A., Saber H., Schneider J.W., Klein H., Voigt S. & Hmich D., 2009 - *Brachychirotherium* ichnofauna from the Upper Triassic of Oued Oum er Rbiaa Formation of Sid M'Aachou basin, Coastal Meseta, Morocco - Premier Congrès International Sur La Paléontologie des Vertébrés du Nord de l'Afrique, abstract.
- Maidwell F. T. 1911 – Notes on footprints from the Keuper of Runcorn Hill – *Proceeding Liverpool Geological Society*, 11: 140-152
- Melchor R., Bedatou E., de Valais S., & Genise J., 2006 - Lithofacies distribution of invertebrate and vertebrate trace-fossil assemblages in an Early Mesozoic ephemeral fluvio-lacustrine system from Argentina: Implications for the Scoyenia ichnofacies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 239: 253-285.
- Melchor R., & de Valais S., 2006 - A review of Triassic tetrapod track assemblages from Argentina. *Paleontology*, 49: 355-379.
- Morton, 1863 - On the footprints of *Chirotherium* and *Equisetum* found at Storeton, Cheshire. *Proceedings of the Liverpool Geological Society*, 1862-3: 4-17.
- Nopsca F., 1923 - Die familien der Reptilien. *Fortschr. Geolo. Palaent.*, 2: 1-210.
- Peabody F.E., 1948 - Reptile and Amphibian trackways from the Lower Triassic Moenkopi Formation of Arizona and Utah – University of California Publications Bulletin of the Department of Geological Sciences, 27.
- Petti F. M., Avanzini M., Nicosia U., Girardi S., Bernardi M., Ferretti P., Schirolli P., & Dal Sasso C., 2009 - Late Triassic (Early-Middle Carnian) Chirotherian tracks from the Val Sabbia Sandstone (Eastern Lombardy, Brescian Prealps, Northern Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115: 277-290.
- Ptaszynski T., 2000 - Lower Triassic vertebrate footprints from

- Wióry, Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 45: 151-194.
- Posenato R., 2008 - Patterns of bivalve biodiversity from Early to Middle Triassic in the Southern Alps (Italy): Regional vs. global events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 261: 145-159.
- Rühle von Lilienstern H., 1939 - Fährten und Spuren im Chirotheriumsandstein von Südthüringen. *Fortschritte der Geologie und Palaeontologia*, band XII, Heft 40
- Todesco R., Wachtler M., Dell'Antonio E., & Avanzini M. 2008 - First report on a new late Anisian (Illyrian) vertebrate track site from the Dolomites (Northern Italy) - *Studi Trent. Sci. Nat. Acta Geol.*, 83: 165 -170.
- Uchman A., Pika-Biolzi M., Hochuli P., 2004 - Oligocene trace fossils from temporary fluvial plain ponds: An example from the Freshwater Molasse of Switzerland. *Eclogae geol. Helv.*, 97: 133-148.
- Valdiserri D., & Avanzini M., 2007 - Tetrapod ichnoassociation from the Middle Triassic (Anisian, Pelsonian) of Northern Italy. *Ichnos*, 14: 105-116.
- Yang Chao, Lu Hong-bo, Chen Qing-hua & Sun Chang-xu, 2008 - *Chirotherium* footprints a primitive reptile from the middle triassic, zhenfeng, Guizhou, Southwest China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 47 (2): 240-247.

Appendice 1: Parametri *Procolophonichnium isp.*  
 Appendix 1: Parametri *Procolophonichnium isp.*

Campioni MTSN			5712	5690	5673 - 5674	6210
<b>manus</b>	lunghezza		12	10		11
	larghezza		13	17		11
	dita	I				1
		II	7			6
		III	8			9
		IV	9			9
		V				
	divaricazione delle dita (gradi)	I-II				
		II-III	24°			
		III-IV	28°			13
		IV-V				10
		I-IV				
		I-V				
<b>pes</b>	lunghezza		19	15	19	15
	larghezza		21	15	20	19
	dita	I	7		3	5
		II	12		6	10
		III	13		8	19
		IV	13		9	14
		V			5	
	divaricazione delle dita (gradi)	I-II	23			9
		II-III	20		10	12
		III-IV	16		25	9
		IV-V			14	
		I-IV				
		I-V				
	cross axis					
<b>pista</b>	n° orme		8	6		
	lunghezza		240	155		
	larghezza		85	85		
	stride		144	135		
	angolo di passo		94°	85°-105°		
	divergenza piede		12°			
	divergenza mano		conv. 9°			

Appendice 2: Parametri *Rhynchosauroides tirolicus*  
 Appendix 2: Parametri *Rhynchosauroides tirolicus*

Campioni MTSN		5654-5655	5659	5658	5664	5665a	5665b	5670	5676	5684	5688	5698	5700, 5702	5715a	5715b
misure: millimetri e gradi															
<b>manus</b>	lunghezza	21	27	25		26	29	30			26	16	18	20	4
	larghezza	17	25	23		24	25	25			21	15	22	15	5
	dita I		5	2			4	6			6	5			
	II	8	9	7		7	9	9			10	6	4	5	
	III	13	10	10		9	12	13			13	9	6	7	
IV	19	15	19		15	19	19	15		17	10	11	10		
V					8	6	6					4	6		
divaricazione delle dita			30°				25°				40°	20°-43°			
	II-III		25°	19°		27°	40°	42°			24°	25°-23°	12°	12°	
	III-IV		25°	30°		19°	30°	34°			19°	18°-15°	29°	14°	
	IV-V		80°	80°			<90°					90°	70°	63°	
	I-IV		70°				100°	95°				50°-90°			
	I-V		160°				140°	180°				145°			
<b>pes</b>	lunghezza				27				22	55			18		
	larghezza				35				14	30			20		
	dita I				8				4	2		3	>3		
	II				10				8	6		9	8		
	III				15				10	8		12	10		
IV				19				14	17		13	16			
V															
divaricazione delle dita					36°				19°						
	II-III				37°				22°			18			
	III-IV				30°				7°			4			
	IV-V								50°						
	I-IV														
	I-V														
	cross axis														
<b>pista</b>	n° orme													10	
	lunghezza													480	
	larghezza													120	
	stride													240	
	angolo di passo													70°	
divergenza piede													4-12		
divergenza mano													30-46		





Appendice 4: Parametri *Chirotherium* isp.  
 Appendix 4: Parametri *Chirotherium* isp.

Campioni MTSN		5671a	5671b	5672	5711	5711b	orma ideale 5701,5703
misure: millimetri e gradi							
<b>manus</b>	lunghezza	52		50	55	47	52
	larghezza	52		55	50	65	52
dita	I	15		12			15
	II	20		17			17
	III	30		23			22
	IV	24		(10)			17
	V	30		19			19
divaricazione delle dita	I-II	12		12			
	II-III	19		29			
	III-IV			15			
	IV-V			22			
	I-IV			54			42°
	I-V	86		77			
<b>pes</b>	lunghezza		(95)		120	115	110
	larghezza		70		70	67	67
dita	I				40	35	38
	II				35	33	50
	III				35	35	55
	IV				25	/	42
	V				50	53	30
divaricazione delle dita	I-II				9°	17°	9°
	II-III				10°		5°
	III-IV				13°	11°	8°
	IV-V				7°	18°	12°
	I-IV				28°	22°	24°
	I-V				31°		36°
	cross axis						78°
<b>pista</b>	MTSN 5701,5711						
	n° orme					6	
	lunghezza					800	
	larghezza					90	
	stride					600-700	
	angolo di passo					170°	
	divergenza piede					20°-30°	
	divergenza mano					25°-30°	