

MISCELLANEA INGV

2001 - 2021: Vent'anni di ricerche sulle
"Ciampate del diavolo".
Dalla leggenda alla realtà scientifica



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

64

Direttore Responsabile

Valeria DE PAOLA

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

Redazione

Francesca DI STEFANO - Coordinatore
Rossella CELI
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Patrizia PANTANI
Tel. +39 06 51860068
redazione@ingv.it

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

MISCELLANEA INGV

2001 - 2021: Vent'anni di ricerche sulle “Ciampate del diavolo”. Dalla leggenda alla realtà scientifica

Editors: Paolo Mietto¹, Adolfo Panarello² e Mauro Antonio Di Vito³

¹Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

²Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

³INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano

Accettato 13 giugno 2021 | Accepted 13 June 2021

Come citare | *How to cite* Mietto P., Panarello A., Di Vito M.A. (Eds.), (2022). 2001-2021: Vent'anni di ricerche sulle “Ciampate del diavolo”. Dalla leggenda alla realtà scientifica. Misc. INGV, 64: 1-248, <https://doi.org/10.13127/misc/64>

In copertina Ultimo tratto della Pista A delle “Ciampate del diavolo” | Cover Last section of Trackway A of the “Devils' Trails”

Con il patrocinio di:



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI GEOSCIENZE



Dipartimento di
Scienze Umane,
Sociali e della Salute



Gli *Editors* desiderano ringraziare Francesca Di Stefano e Barbara Angioni per i preziosi consigli redazionali e per la puntualità e precisione durante il complesso *iter* editoriale e di *desktop/publishing* che hanno reso possibile la pubblicazione del presente volume e dei relativi Supplementi.

INDICE

Presentazione Carlo Doglioni	7
Prefazione Mario Pagano	8
Introduzione Paolo Mietto	9
<i>Abstract</i>	11
Il valore dell'Icnologia umana Adolfo Panarello https://doi.org/10.13127/misc/64/1	13
Storia della scoperta e cronistoria delle ricerche Paolo Mietto e Adolfo Panarello https://doi.org/10.13127/misc/64/2	19
Riscontri archivistici sull'origine del toponimo "Ciampate del diavolo" Marco De Angelis https://doi.org/10.13127/misc/64/3	29
Una prima datazione lichenometrica per la determinazione dell'epoca di riesposizione del paleostrato impresso Adolfo Panarello, Giuseppe Pandolfo, Paolo Mietto https://doi.org/10.13127/misc/64/4	33
Il geosito delle "Ciampate del diavolo" Mauro Antonio Di Vito https://doi.org/10.13127/misc/64/5	49
Tora e Picilli. Appunti di geografia storica Gennaro Farinaro https://doi.org/10.13127/misc/64/6	57
Uomini e fauna a Foresta: il contesto paleoambientale Maria Rita Palombo https://doi.org/10.13127/misc/64/7	69
Osservazioni preliminari sulla frequentazione umana preistorica dell'areale del Roccamonfina Italo Biddittu e Adolfo Panarello https://doi.org/10.13127/misc/64/8	101

Rilevare, analizzare e interpretare le orme umane fossili	107
Adolfo Panarello https://doi.org/10.13127/misc/64/9	
L'icnosito della località "Foresta" di Tora e Piccilli e le impronte umane fossili	123
Adolfo Panarello, Gennaro Farinaro, Paolo Mietto https://doi.org/10.13127/misc/64/10	
Il tocco del "diavolo": un'istantanea fotografica sulla preistoria	165
Adolfo Panarello, Luigi Mazzardo, Paolo Mietto https://doi.org/10.13127/misc/64/11	
Il sentiero più antico del mondo	177
Adolfo Panarello e Paolo Mietto https://doi.org/10.13127/misc/64/12	
Osservazioni sui meccanismi di locomozione dell'autore della "Pista A" delle "Ciampate del diavolo"	195
Alessandro Mondanaro, Adolfo Panarello, Maria Modafferi, Marina Melchionna, Carmela Serio, Francesco Carotenuto, Stefano Tavani, Paolo Mietto, Pasquale Raia https://doi.org/10.13127/misc/64/13	
Segni umani recenti sulla pendice delle orme preistoriche	203
Paolo Mietto e Adolfo Panarello https://doi.org/10.13127/misc/64/14	
Una sfida al "diavolo": il problema della conservazione e della valorizzazione	225
Adolfo Panarello, Gennaro Farinaro, Paolo Mietto https://doi.org/10.13127/misc/64/15	
Conclusioni	235
Paolo Mietto	
Ringraziamenti	236
APPENDICE: Elenco delle pubblicazioni dell'Équipe che ha in studio il sito delle "Ciampate del diavolo"	239

L'icnosito della località "Foresta" di Tora e Piccilli e le impronte umane fossili

Adolfo Panarello¹, Gennaro Farinaro², Paolo Mietto³

¹ Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

² Architetto, Piazza Umberto I 19, Tora e Piccilli (CE)

³ Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords "Ciampate del diavolo", Impronte umane; Morfometria; Analisi di icnodati | "Devil's Trails"; Human footprints; Morphometrics; Ichnodata analysis

Abstract

Questo contributo fornisce una descrizione completa del sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" (Tora e Piccilli, Italia centro-meridionale) in generale e di ciascuna delle icniti umani che finora vi sono state trovate. Tale descrizione è integrata e completata con le tabelle, i grafici e le immagini fornite nei Supplementi 1, 2 e 3 di questo volume [Panarello et al., 2022a;b;c]. Si pensa che questa enorme quantità di dati numerici e visivi potrà essere molto utile per qualsiasi altro studio di paleoicnologia umana. Le immagini e i dati mostrano una grande variabilità nelle strutture delle impronte dovuta alle scelte nei modelli di andatura imposti ai camminatori preistorici, passo dopo passo, dalle asperità geomorfologiche che essi dovettero affrontare durante il loro cammino lungo un substrato irregolarmente plastico e infido. Le stesse complesse caratteristiche morfo-strutturali delle impronte evidenziano l'unicità del contesto icnologico del geosito delle "Ciampate del diavolo", che è l'unico al mondo, fra quelli finora noti, a essere ubicato su un deposito vulcanico estremamente ripido.

This report provides a complete description of the general "Ciampate del diavolo" palaeontological site (Tora e Piccilli, Central-Southern Italy) and each of the human ichnites there found so far. This description is integrated and completed with the tables, graphs, and pictures given in Supplements 1, 2, and 3 of this volume [Panarello et al., 2022a;b;c]. We think that this huge amount of both numeric and visual data will be very useful for any other human palaeoichnological study. Pictures and data show great variability in footprint structures due to the choices in the gait-patterns step-by-step imposed to the trackmakers by the geomorphological asperities that they had to face during their prehistoric walking along an irregularly plastic and unsafe substrate. The same complex morpho-structural characteristics of the footprints highlight the uniqueness of the ichnological context of the "Ciampate del diavolo" geosite, which is the only in the world, so far, to be located on an extremely steep volcanic deposit.

Inquadramento generale

Il geosito cosiddetto delle "Ciampate del diavolo", ha il centro nel punto di coordinate WGS 84 N41°19.954' - E14°1.485', ed è ubicato nell'areale vulcanico del Roccamonfina (Italia centro-meridionale), nella località Foresta del territorio del Comune di Tora e Piccilli, in provincia di Caserta (Figura 10.1).

Il geosito conserva testimonianze icnologiche umane e animali fra le più antiche e rare del mondo, ha caratteristiche ambientali di assoluta unicità e un enorme potenziale paleontologico [Mietto et al., 2003; Panarello et al., 2017b; Palombo et al., 2018; Pillola et al., 2020].

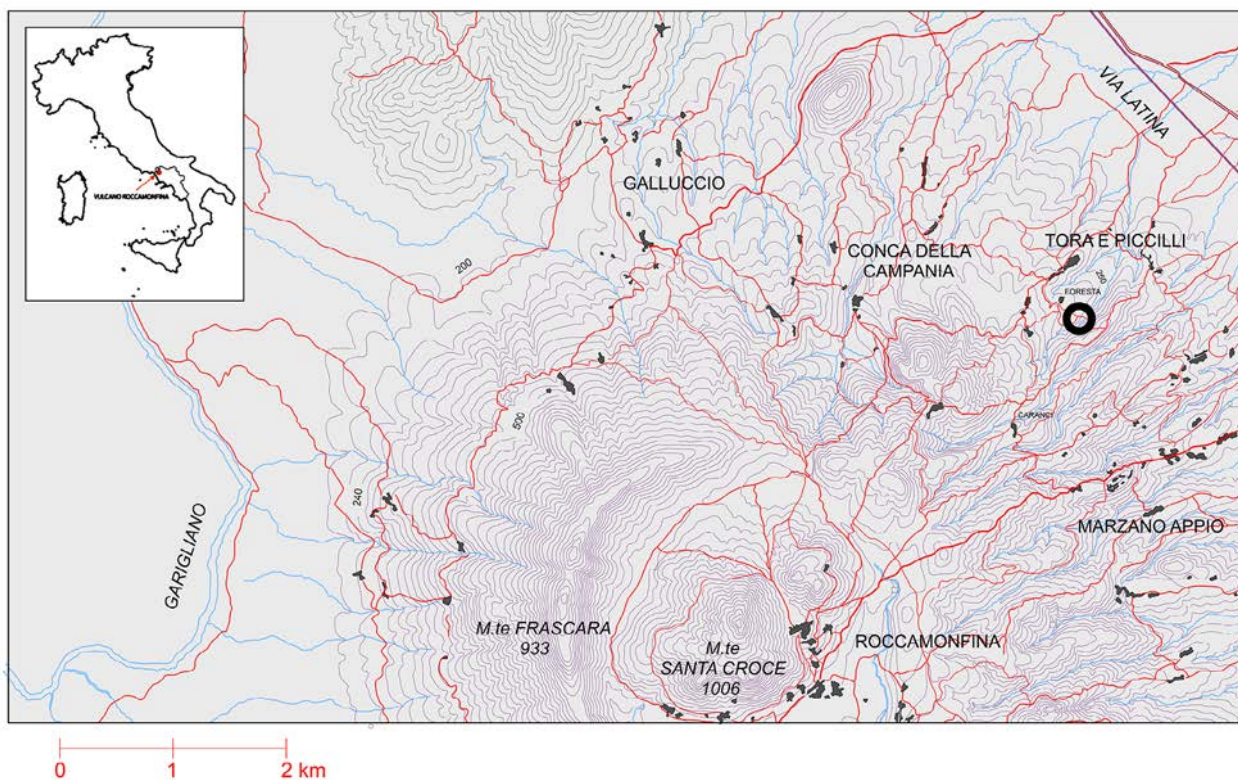


Figura 10.1 Carta morfologica della parte settentrionale del Vulcano di Roccamontina con l'indicazione della posizione del sito delle "Ciampate del diavolo" (cerchio nero). La carta topografica è una rielaborazione della Cartografia del Reale Ufficio Topografico Napoletano (Rilievi 1836/1861). Le curve di livello hanno incrementi di 18,5 metri.



Figura 10.2 Il pendio di Tufo Leucitico Bruno che conserva le "Ciampate del diavolo" (Vista da Sud-Ovest).

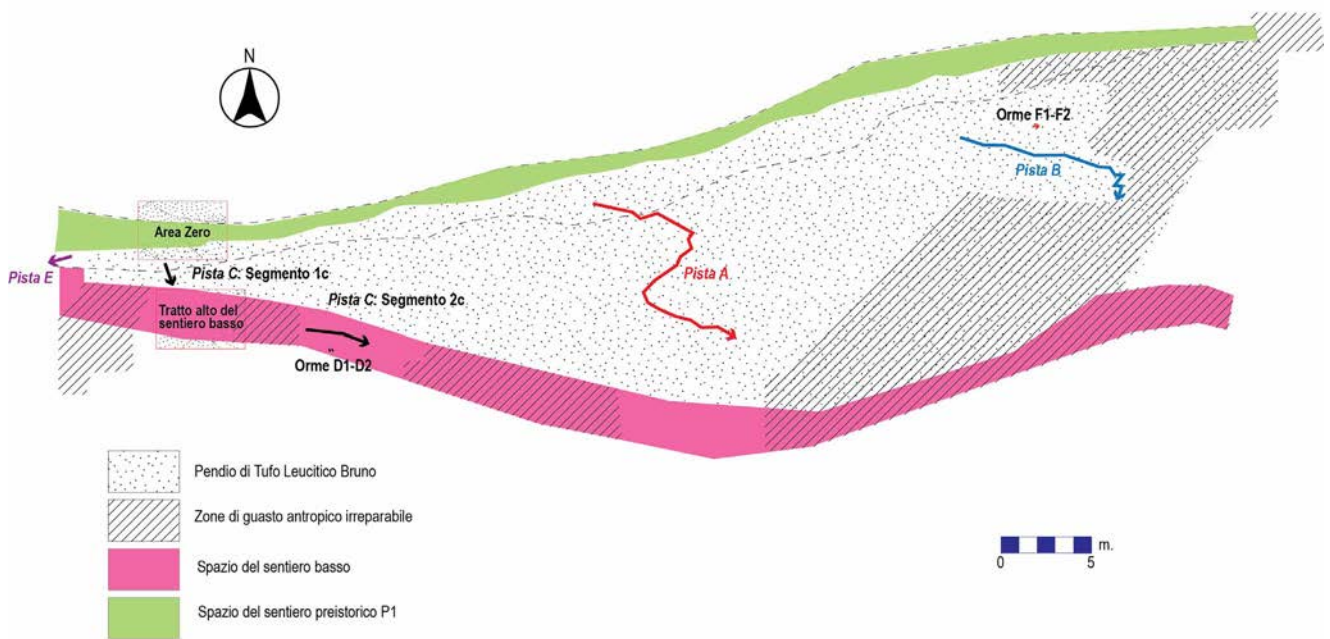


Figura 10.3 Schizzo planimetrico del sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo".



Figura 10.4 Il sentiero preistorico P1 visto da Ovest.

La realtà icnologica delle orme fossili della località Foresta è stata già dimostrata nel 2003 [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008] e confermata dai rilievi più recenti [Panarello et al., 2017b, 2017d, 2018, 2020; Panarello & Mietto, 2017; Saborit et al., 2019; Panarello, 2020]. Le icniti, infatti, sono conservate al tetto dell'unità LS7 di Tufo Leucitico Bruno (BLT), evidenziano bordi di espulsione, sono coordinate in piste e sono state datate in un *range* cronologico compatibile con la presenza di esemplari del genere *Homo* [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Scaillet et al., 2008; Santello, 2010]. L'attribuzione delle orme ai suddetti *trackmaker* ha avuto luogo sulla base di dettagli anatomici incontrovertibilmente umani, come, ad esempio, la presenza dell'arco plantare; la forma concava, asimmetrica e allungata delle orme; l'alternanza regolare delle concavità mediali; la presenza delle depressioni lasciate dal tallone, dall'alluce e, talvolta, anche da qualche dito; le impronte di altre parti anatomiche, come mani, polpacci, caviglie, glutei, etc. [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2016; Panarello et al., 2017b, 2017d, 2018, 2020; Panarello, 2020]. A tutto questo si deve aggiungere il fatto, di non poco conto, che le piste hanno una lunga estensione e descrivono tracciati del tutto compatibili con quelli creati dall'andatura umana.

Tutte le orme e le pseudo-orme fossili, rilevate dal 4 agosto 2001 al tempo presente, sono ubicate su un affioramento in pendio, esposto a meridione (Figura 10.2). Molte orme, organizzate in piste (A, B, C, E) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017d, 2020], si staccano direttamente dal sentiero preistorico (P1) che – procedendo da Ovest a Est – domina per circa 54 m, come una cengia subplanare, l'intero pendio (Figure 10.3, 10.4). Altre impronte, sebbene appaiano comunque coordinate in schemi regolari (successioni D, F) non sono riconducibili, con certezza, al medesimo sentiero e vanno, perciò, lette – insieme alle altre orme sparse – come tracce di frequentazione diffusa preistorica del sito [Panarello et al., 2020].

Un ultimo “set” di orme è quello contenuto nello spazio del suddetto sentiero preistorico P1, ma il loro stato di conservazione generale è davvero troppo precario perché possano essere analizzate con sufficiente obiettività. Tuttavia, alcune di esse conservano elementi sufficienti sia per essere validate sia per essere misurate [Panarello et al., 2017d].

Lo stato di conservazione delle icniti umane è variabile: in alcuni casi, i dettagli anatomici e morfo-strutturali conservati consentono misurazioni con un basso livello di interpretatività, mentre in altri casi mancano dettagli ed evidenze tali da consentire un rilievo obiettivo e, di conseguenza, anche un'analisi appropriata. Le orme di questo secondo tipo non sono state considerate nelle valutazioni rigorosamente mensurali di carattere antropometrico, ma sono state tenute nella debita considerazione nell'elaborazione e nella valutazione degli schemi d'andatura ricostruibili.

Al momento dopo ripetuti e accurati rilievi fotogrammetrici, che hanno consentito di elaborare modelli 3D (mediante il software Agisoft Photoscan Pro), planimetrie e mappe delle profondità (con il software Kitware Paraview), da cui è stato ricavato un ampio *dataset* che sarà proposto di seguito, integralmente, sono stati individuati almeno 4 diversi *trackmaker* [Panarello et al., 2020]. Tale diversità è stata inferita sulla base delle diverse lunghezze dei loro piedi. Infatti, l'attenta lettura dei dati, che è stato possibile ricavare con la maggiore obiettività dalle icniti, evidenzia che la misura più attendibile è proprio la lunghezza dell'orma, sia che la si voglia costruire geometricamente (FI) sia che la si voglia misurare direttamente (rFL) [Panarello, questo volume, pp. 107-122]. In entrambi i casi, le differenze sono veramente minime e chiuse nell'ordine di pochi millimetri. Tale margine si restringe ulteriormente, se si considerano solo i valori misurati sulle orme meglio conservate. Questo fatto, per la verità, non sorprende, se si tiene conto che i *trackmaker* si muovevano – per lo più – su un substrato scivoloso e fortemente inclinato, sul quale gli unici punti fermi, che un piede in cerca di stabilità non poteva non lasciare, sono il punto d'impatto del tallone (*heel-strike*) e quello di slancio e sollevamento del piede (*push-off*). Che ci siano dei movimenti di assestamento (longitudinali e/o laterali), che ci siano sprofondamenti in successione o vari basculamenti, i suddetti punti sono sempre evidenti e identificabili in modo

relativamente semplice, a meno che l'orma non sia gravemente danneggiata. Pertanto, sulla base di quanto predetto, nonostante si sia scelto di proporre tutti i dati acquisiti nelle tabelle di un apposito *dataset*, riportate nel Supplemento 1 di questo volume [Panarello et al., 2022a], sembra doveroso evidenziare che il valore ritenuto più attendibile e confrontabile fra i parametri misurabili è rFI, cioè la lunghezza misurabile direttamente. Il forte pendio, infatti, condiziona ogni sviluppo geometrico, imponendo sensibili aggiustamenti, ogni volta che si tenta di "regolarizzare" le costruzioni. Ciò non ha impedito, comunque, di misurare tutto il misurabile con un livello accettabile di interpretatività. In questa attività, hanno molto aiutato la presenza o assenza di dettagli anatomici conservati all'interno dell'orma e, soprattutto, i rapporti dimensionali fra le parti essenziali del piede (retropiede, mesopiede, avampiede) noti grazie a preziosi resoconti antropometrici (ad esempio Meredith [1944]; Robbins [1985]; Tuttle et al. [1991]; Klenerman & Wood [2006]; D'Août & Aerts [2008]; Mc Nutt et al. [2018] con bibliografia).

Le orme umane fossili, al momento, sono state individuate al tetto di una sola superficie, cioè al tetto dell'unità stratigrafica LS7 (Figura 10.5), ma i più recenti sopralluoghi e la sostanziale omogeneità cronologica hanno reso plausibile la possibilità che anche il tetto dell'unità stratigrafica LS8 possa essere interessato da fenomeni icnologici analoghi. In tal senso, gli studi sono ancora in corso.

Le evidenze icnologiche umane considerate e descritte sono, dunque, solo quelle rilevate dal 2001 al 2016 e studiate esaustivamente.

L'unità LS7, datata radiometricamente con il metodo $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ a circa 350 ka [Scaillet et al., 2008; Santello, 2010] è stata creata da un flusso piroclastico ascrivibile alla formazione vulcanica del BLT (0,385-0,325 Ma) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Santello, 2010 con bibliografia]. Le cavità lasciate da ominini e animali furono riempite e sepolte da un livello di materiali a grana variabile, che le seppellì, ne agevolò l'essiccazione e le protesse dalle eruzioni successive e dagli agenti naturali e antropici recenti.

La superficie in affioramento, finora rilevata e interessata da fenomeni icnologici, misura circa 2000 mq.

Una delle tante caratteristiche – di certo fra le più importanti – che rendono unico il geosito di Foresta, nel *record* mondiale degli icnositi di ominini è il fatto che la superficie originaria impressa non è sub-planare o leggermente inclinata, ma, al contrario, fortemente in pendio con un'inclinazione media di circa 30° [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2020 con bibliografia].

La paleosuperficie impressa, in parziale affioramento, è stata ripulita con ripetuti interventi, che hanno avuto luogo dal mese di luglio 2005 al mese di ottobre 2010 ad opera dell'équipe di ricercatori diretta dal prof. Paolo Mietto dell'Università di Padova.

Durante tali lavori di pulizia, sono state riportate alla luce numerose tracce di alterazione del geosito e numerose cavità compatibili con orme umane e animali, le quali sono state rilevate con grande precisione e studiate con grande severità, per isolare le pseudo-orme dalle reali orme fossili.

Allo stato attuale degli studi, sono state individuate 81 orme fossili accertate, che si riferiscono a membra del corpo umano, per lo più a piedi nudi.

Le orme non sono sempre distribuite casualmente sulla superficie impressa, ma – spesso – sono coordinate in piste, cioè in successioni di almeno tre orme, che descrivono schemi molto originali e preziosissimi per lo studio della struttura e del comportamento di ominini tanto antichi.

Il quadro generale delle orme umane accertate, presenti al tetto del livello LS7 è riassunto nella Tabella 10.1.

Se si autenticano, per associazione, anche altre cavità compatibili con orme che non conservano dettagli anatomici oggettivi, ma che sono coordinate – in *pattern* umani – con orme accertate, il numero totale sale sensibilmente.

Le orme in successione dei *pattern* A e B descrivono piste oblique dalle direzioni singolari, dettate dalla necessità di mantenere l'equilibrio su un pendio difficile da percorrere, ma sono sempre strette

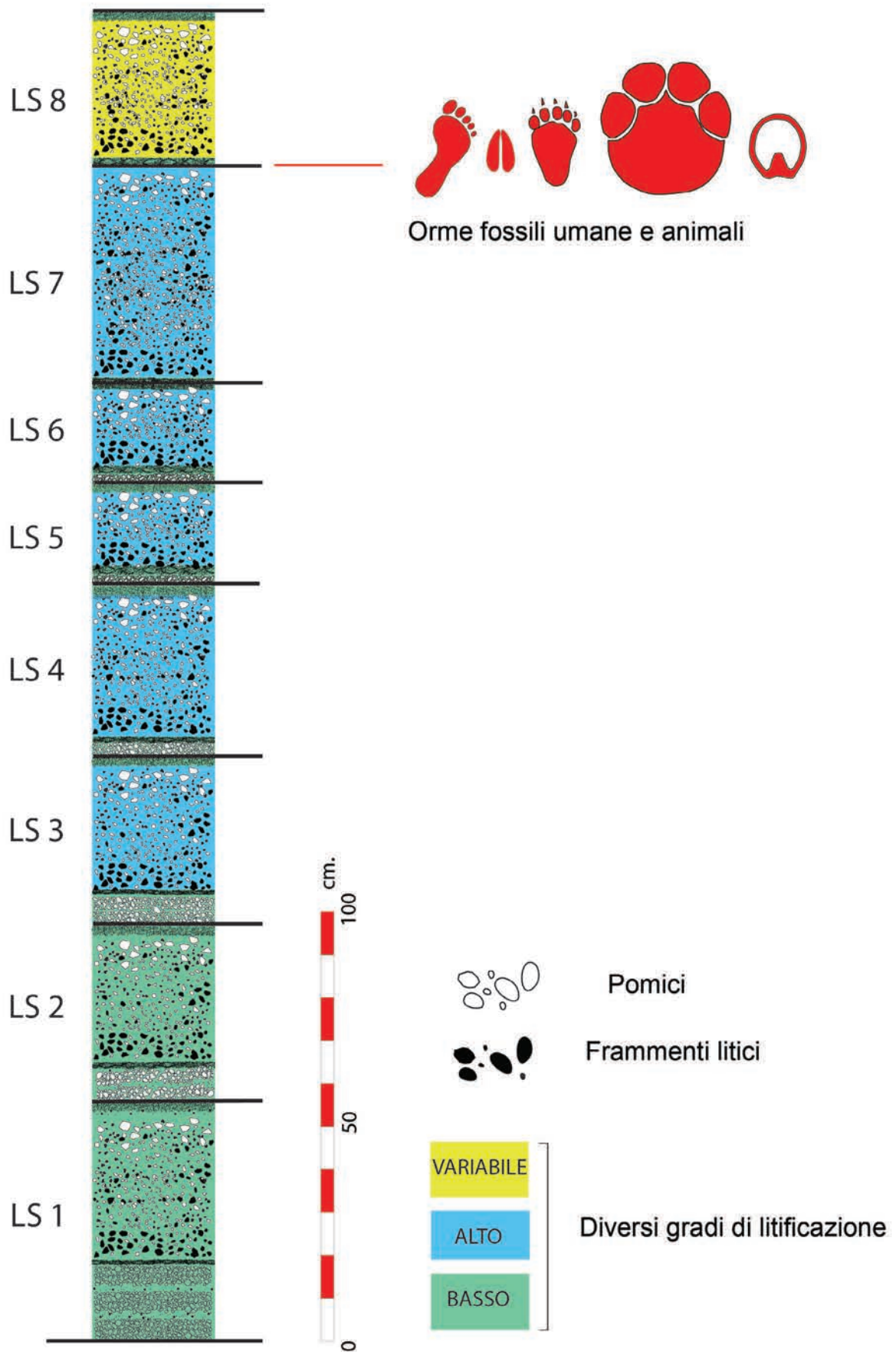


Figura 10.5 Colonnina stratigrafica del geosito delle "Ciampate del diavolo" (Rielaborazione da Santello [2010]).

ed evidenziano passi e falcate riconducibili ad andature abbastanza lente, come si evince dal *dataset* completo delle orme; vedi Supplementi 1 e 2 di questo volume [Panarello et al., 2022a; b]. Nelle tabelle del medesimo *dataset* è riportata l'angolazione media del passo (PA) per ciascuna delle piste rilevate, anche per quelle più rettilinee e regolari. Tale angolo di passo medio varia da 71° a 179° nella pista A; da 36° a 176° nella pista B; da 105° a 175° nella pista C; e da 158° a 173° nella pista E.

Orme (isolate o ccordinate in pista)	Impronte fossili umane (Numero totale)	Impronte di piedi nudi	Impronte di mani	Impronte di altre parti del corpo	Agenti anatomici (Numero di impronte/parte del corpo)
- Pista A	28	28	0	0	28 / piede
- Pista B	28	21	3	4	21 / piede 1 / gluteo 2 / polpaccio 1 / caviglia
- Pista C	13	13	0	0	3 / mano 13 / piede
- Pista E	4	4	0	0	4 / piede
- Orme nel sentiero P1	4	4	0	0	4 / piede
- Altre impronte	4	4	0	0	4 / piede
TOTALE	81	74	3	4	74 / piede 3 / mano 1 / gluteo 2 / polpaccio 1 / caviglia

Tabella 10.1 Prospetto riassuntivo delle icniti umane accertate nel sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" [Panarello et al., 2020].

La larghezza della pista, misurata nei segmenti in cui l'andatura è più regolare e meno condizionata dalle geomorfologie e dalle condizioni del substrato, rientra perfettamente nei parametri medi "umani" stabiliti dalla scienza [Bates, 1950; Kim et al., 2008]. Essa (Tw), infatti, è pari a ~26.1 cm nella pista A; a ~24.8 cm nella pista B; a ~23.8 cm nella pista C; e a ~16.7 cm nella pista E.

Il rapporto generale fra lo "stride" (falcata) medio e la lunghezza media delle impronte, considerata nel valore rFL ricavabile dalle orme meglio conservate, è 4.02 nella pista A; 3.99 nella pista B; 3.83 nella pista C; e 2.57 nella pista E.

L'angolo del piede, cioè l'angolo di rotazione del piede rispetto alla linea di progressione asseconda le necessità di stabilità nei punti in cui vi sono bruschi cambiamenti di direzione e di angolazione rispetto alla forte pendenza, assumendo anche valori negativi, che si accentuano nei punti in cui vi sono dei punti di "flesso" o repentini cambi di direzione. Per tale ragione, poiché ogni media aritmetica risulterebbe fuorviante, se calcolata in generale, si rimanda alle tabelle generali per i valori di questo parametro, facendo, però osservare, che nei tratti più regolari, più rettilinei e meno acclivi, l'angolo oscilla fra -9° e 18° (successione A1-A8); fra -19° e 21° (successione A21-A25); fra -23° e 33° (successione B0-B8a); fra -11° e 9° (successione C7-C13); e fra -1° e 2° (successione E1-E4). È opportuno tener presente che tali valori sono stati misurati utilizzando l'asse centrale dell'impronta (CA) e non la direzione di massima lunghezza dell'orma (FI o rFI).

Sulla base delle convenzioni mensurali adottate e tenendo in debito conto la struttura anatomica generale del piede umano, i condizionamenti imposti dal substrato e dalle geomorfologie e la volontà dei singoli camminatori, possiamo dire che, mediamente, le orme

di Foresta si presentano tutte di forma grossolanamente deltoide, anche se la zona del tallone è comunque ampia e rotondeggiante. La forma dell'impronta termina con una zona dell'alluce molto evidente, pronunciata e addotta, separata, dalla regione delle altre dita, da un *ypex* largo ed evidente (A25, E3, F2). Questa conformazione è normale e ricorrente nei piedi di coloro che camminano abitualmente scalzi, oggi come nella preistoria [Tuttle et al., 1990; Avanzini et al., 2008]. Solo nelle orme A08, A17, A21, A25, E3 e F2 sono visibili zone di depressione nella parte distale riferibili alle articolazioni metatarso-falangeali. Queste possono essere interpretate come le impronte di alcune dita. Come accade quasi sempre, nelle orme lasciate da piedi che camminano abitualmente scalzi, sono molto evidenti le sporgenze mediale e laterale, corrispondenti alle teste, rispettivamente, del 1° e del 5° metatarso. Nelle orme già note e descritte, fino al 2008, era stata segnalata la presenza di superfici plantari prevalentemente piatte, con esempi di orme (A08, A25), in cui era comunque ben visibile un leggero sollevamento nella zona mediale del mesopiede corrispondente alla presenza dell'arco longitudinale mediale [Avanzini et al., 2008]. I nuovi e più approfonditi studi e i lavori di ricognizione effettuati dopo tale anno, hanno esteso questa caratteristica anche alle orme A17, A21, A22, A23, B07, B13, B18, E3 e F2.

La pista A

La Pista A (Figure 10.3, 10.6; Tavole S2.1 - S2.9; S3.1 - S3.84) inizia nel punto di coordinate WGS84 N41°19.954' - E14°01.481', a una quota di circa m. 292 (±3), e termina nel punto di coordinate WGS84 N41°19.952'-E14°01.486'. Il dislivello, misurato localmente, dal punto più alto al punto più basso è di m. 4,25.

La pista generale si compone di una successione di 26 impronte di piedi nudi in sequenza più altre 2 che non sono ubicate in continuità con le altre. La sua direzione continua completa misura ~12,857 m (misurazione laser) e, rettificando tutti i micro-segmenti di direzione, ha la forma di una "Z". È, pertanto divisa in tre segmenti principali, denominati 1A, 1B e 1C. L'angolo fra il segmento 1A e il segmento 2A è ~55° SE; l'angolo fra il segmento 2A e il segmento 3A è ~74° SO. Tali angoli sono stati misurati tenendo conto che le linee di progressione sono, geometricamente, delle "spezzate". Quindi, per poter avere delle misure - seppure approssimate - degli angoli, è stato necessario creare delle linee di "mediazione" dei principali segmenti, che sono stati rettificati e prolungati. Le altre caratteristiche generali della pista sono riportate nelle Tabelle 10.2 e S1.1-S1.5 [Panarello et al., 2022a].

Tra l'ultima orma del segmento 1A (A08) e la prima orma del segmento 1B (A09) vi è uno iato, sulla superficie, sul quale nessuna depressione è visibile (neppure strumentalmente), che possa essere obiettivamente riconducibile a un'orma. Ci si è interrogati a lungo sulle possibili cause di questa discontinuità e, forse, gli ulteriori studi in atto sulla consistenza del deposito potranno dare qualche risposta più precisa. Al momento, le uniche spiegazioni plausibili sembrano essere quelle che il deposito, in quel punto, fosse già tanto consolidato da non preservare impronte, oppure che i piedi del camminatore preistorico non abbiano toccato direttamente il deposito, forse per la presenza di materiale vegetale o di detriti più grossolani.

La cosa che più colpisce della Pista A è la sua forma, che - immediatamente - restituisce un movimento vivo affatto dissimile da quello che un uomo moderno metterebbe in atto oggi in una simile situazione di difficoltà. La ripetuta rottura del pendio alla ricerca di direzioni più convenienti, per stabilità e risparmio energetico, testimonia un comportamento consapevole e avveduto, fatto di scelte ponderate ed efficaci strategie di deambulazione [Saborit et al., 2019]. Questa è anche la caratteristica non riscontrabile altrove, che rende la Pista A un caso unico al mondo, fino a oggi. Le impronte della pista A, tutte lasciate da piedi nudi, hanno uno stato di conservazione disomogeneo, ma alcune di esse sono in ottime condizioni, se si tiene conto della loro grande

antichità. Le orme A08, A17-A18 e A21-A26, infatti, consentono di leggere i più importanti dettagli anatomici del piede umano e possono, pertanto, essere misurate regolarmente. Oltre ai bordi di espulsione, che, in taluni casi, sono pronunciatissimi (A08, A10, A21, A22), alcune orme della Pista A evidenziano, nelle loro pareti e sul loro fondo, i segni evidenti e inequivocabili, di cedimenti ripetuti del fondo plastico e di deformazioni causate dal basculamento del piede alla ricerca di un equilibrio. Infine, cosa che era già stata evidenziata nei primi report [Avanzini et al., 2008], alcune impronte mostrano una doppia impressione, che fa pensare alla presenza di uno strato sottile più superficiale rotto dalla pressione del piede prima di lasciare l'orma vera e propria (A12, A21, A22). La diversa consistenza degli strati ancora plastici del deposito appare evidente, con una triplice estrusione di materiale molle, anche nella parte distale dell'orma A21, che appare quasi orlata.

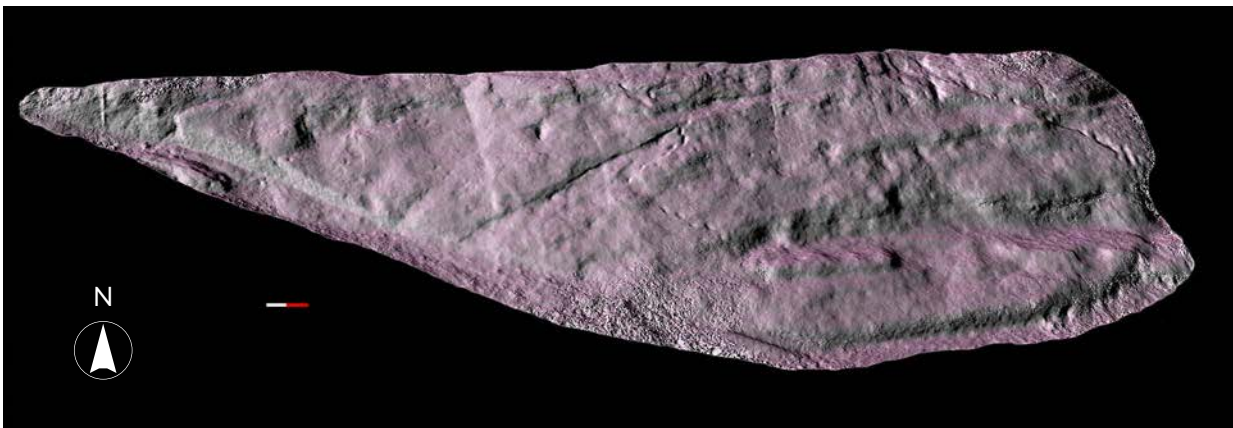


Figura 10.6 Geosito delle "Ciampate del diavolo". Superficie generata dal modello 3D del pendio di BLT con orme fossili umane e animali (curve di livello con incrementi di 1 cm. Vista da Sud. Comparatore: 2m).

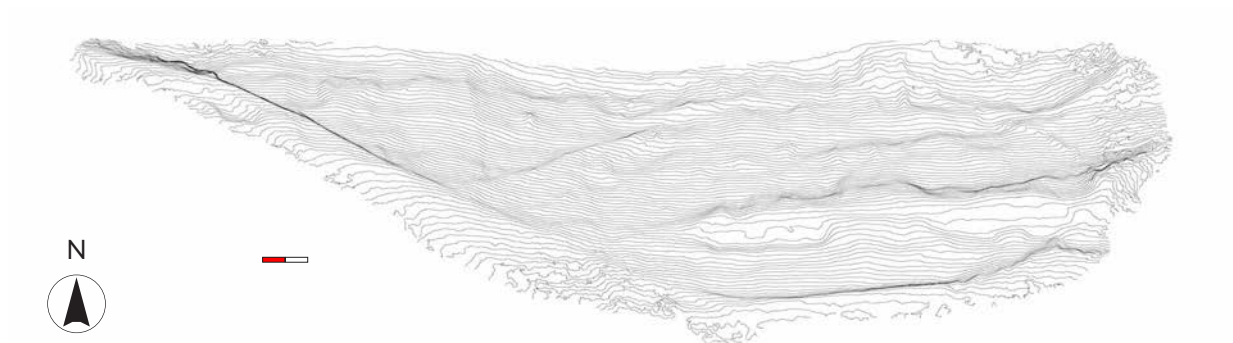


Figura 10.7 Geosito delle "Ciampate del diavolo". Planimetria del pendio di BLT con orme fossili umane e animali (curve di livello con incrementi di 10 cm. Vista da Sud. Comparatore: 2m).

Descrizione delle orme della Pista A

A01 (sx) - Orma bene impressa, ma con margini poco definiti; ha forma sub-ellittica con parte centrale quasi piatta e margini lievemente inclinati; la sua parte meglio conservata e riconoscibile è la zona del tallone, ma anche la depressione dell'avampiede si legge con facilità,

soprattutto in planimetria e nella mappa delle profondità. È chiaramente in pista con la successiva impronta A02 e ciò consente di identificarla come l'orma di un piede sinistro. La forma, le dimensioni, i dettagli anatomici superstiti, la presenza di un'area di impatto e una di sosta, nonché il rapporto con le altre orme meglio conservate che si succedono nella Pista A, permettono di classificarla come impronta autentica.

A02 (dx) - Orma bene impressa, con margini laterali debolmente inclinati e aspetto reniforme; presenta scarsi dettagli anatomici che, però, sono bene visibili, soprattutto in planimetria e nella mappa delle profondità, in particolare la zona dell'avampiede. Sebbene una rottura della parete laterale possa trarre in inganno, il leggero sollevamento del fondo in corrispondenza del mesopiede (bene visibile soprattutto in planimetria) consente di notare che la concavità mediale è rivolta a sinistra, cioè in direzione della linea di progressione. Questo fatto e il suo essere chiaramente in pista con la precedente orma A01 (sx) e con la successiva impronta A03 (sx) consentono di classificarla come l'impronta di un piede umano destro. L'orma è leggermente inclinata all'indietro e contenuta in una cavità generale contornata da pronunciati bordi di espulsione, talvolta danneggiati da interventi antropici recenti.

A03 (sx) - Orma relativamente poco impressa, con margine posteriore abbastanza inclinato e anteriore quasi piatto; ha aspetto generale reniforme con un incavo a destra che può ingannare, ma che appartiene solo alla cavità generale e non all'orma vera e propria, la quale, come sempre, è contenuta al suo interno. Infatti, la presenza della massima depressione nella parte mediale dell'avampiede e la posizione del tallone (bene visibili, soprattutto in planimetria), unita alla posizione in pista, precedente e seguente due orme di piede destro, consentono di interpretarla agevolmente come l'impronta di un piede sinistro.

A04 (dx) - Come per la precedente orma A03, anche la forma generale della cavità di quest'orma può trarre in inganno l'osservatore poco attento, per il fatto che la concavità sembra rivolta a destra. In realtà, la forma generale è dovuta allo scivolamento in avanti del piede, dopo l'impatto del tallone, che solleva un pronunciato bordo, per fermarsi, invece, nella parte terminale della cavità. Purtroppo la parte più distale è andata perduta, ma in planimetria e nella mappa di profondità si vedono benissimo la depressione del tallone e l'area del mesopiede, più bassa e di forma allungata. Altrettanto evidente è la direzione della concavità mediale, rivolta a sinistra verso la linea di progressione. L'orma è chiaramente in pista con la precedente impronta A03 e con la successiva impronta A05 e questo, anche in relazione alle altre orme della pista A e a quanto predetto, permette di classificarla come impronta di piede destro.

A05 (sx) - Orma molto profonda con margine posteriore ripido e anteriore meno profondo; ha forma generale ellittico-reniforme ma non presenta dettagli anatomici evidenti oltre alla inflessione interna dovuta all'arco plantare; è chiaramente in pista con la precedente impronta A04 e con la successiva impronta A06. In questa orma i margini distale e prossimale sono bene individuabili, al pari di un transito in scivolamento antero-mediale del piede del *trackmaker*, che si sviluppa lungo il margine sinistro della cavità generale per terminare in corrispondenza di un rialzo del fondo, che costituisce il margine più distale dell'orma vera e propria. Il tutto evidenzia anche una lieve rotazione del piede in senso antiorario, che termina nella posizione di stazionamento del piede prima del *push-off*. La forma generale, la presenza di un'area di impatto e di una di sosta e il rapporto con le altre orme della pista A, consentono di riconoscere la A05 come l'impronta di un piede sinistro.

A06 (dx) - Orma poco impressa con margine anteriore che si allunga in strisciata per qualche centimetro oltre il margine dell'impronta reale; ha forma ellittica arrotondata ma non presenta dettagli anatomici evidenti, se si fa eccezione per le aree del tallone e dell'avampiede e per un leggero rigonfiamento nella parte centrale dovuto all'arco plantare; evidente il bordo di espulsione in posizione laterale. La forma, il fatto che sono bene visibili i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede e il

rapporto con le altre orme all'interno della pista A, permettono di classificarla come impronta autentica di piede destro.

A07 (sx) - Orma bene impressa, ma povera di dettagli anatomici, ubicata a una quota leggermente più alta della precedente A06, come se il piede fosse stato solo appoggiato e non avesse subito la pressione dovuta al transito vettoriale del peso corporeo. Una pressione sensibile sul substrato è rivelata solo dalla presenza di un evidente bordo di espulsione su tutto il margine mediale, in corrispondenza di un rilevamento del fondo che non può che essere ascritto alla concavità mediale del piede. La massima depressione del fondo, invece, si rileva lungo il margine laterale e giustifica l'incrocio di passo che caratterizza la morfologia della successiva orma A08. Sfortunatamente, è andato perduto il margine distale, ma quanto è sopravvissuto e il rapporto con le orme precedenti e susseguente, consentono di autenticarla come orma di un piede sinistro.

A08 (dx) - Orma molto grande e profonda, conseguente a un evidente incrocio di passo, in cui sono riconoscibili le varie fasi di impressione fino alla posizione definitiva di sosta; l'impronta esterna è subcircolare-ellittica con una evidente area di primo impatto del tallone localizzata in posizione posteriore sinistra. All'interno si osserva quindi la traccia vistosa dello sprofondamento del piede con evidente roto-traslazione del piede in senso orario. Sul fondo l'impronta di sosta mostra elementi anatomici bene rilevabili grazie a lievi dislivelli della pianta del piede. È, così, possibile osservare il tallone, l'inflessione corrispondente all'arco plantare e tutta l'area distale in cui, in particolare, è evidente la forma dell'alluce. Le diverse caratteristiche morfo-strutturali globali di questa orma, rispetto alle precedenti, sono giustificate dal fatto che essa si trova alla base di un gradino naturale di almeno 20 cm e che, quindi, tutto il peso del corpo, per esigenze di conservazione dell'equilibrio, si è trovato a gravare principalmente sul retropiede. La forma, i caratteri anatomici rilevabili e il rapporto con le altre orme che compongono la pista A permettono di classificarla come impronta autentica di piede destro e di annoverarla fra quelle meglio conservate. Anche questa impronta mostra, in maniera particolarmente vistosa, i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con un visibile e ben definito margine di espulsione sulla parte più distale del perimetro.

A09 (dx) - Questa orma segue un'estesa interruzione della continuità della Pista A, 95 cm più avanti dell'orma A08. È verosimile che in questo spazio si trovasse almeno un'altra orma, che, tuttavia, non è oggi rilevabile, forse a causa della scarsa plasticità locale del substrato, oppure di un'alterazione del medesimo. Inoltre, la A09 è la prima orma che si può riconoscere dopo un'evidente e sensibile cambio di direzione della linea di progressione generale. Essa è costituita da una leggera impressione che rivela, nel suo complesso, tutta la forma generale del piede, ma che è povera di dettagli anatomici particolari. La risposta dinamica del substrato è particolarmente evidente lungo il margine laterale. In base alla forma, alle dimensioni e al rapporto con le altre orme riconoscibili all'interno della pista A, si può classificarla come impronta vera di piede destro.

A10 (sx) - Impronta di forma ellittica schiacciata con la pianta inclinata verso il basso parallelamente all'inclinazione del substrato; si tratta pertanto di un'orma in scivolata anteriore e laterale, ma orientata verso la linea di progressione. La parte più distale dell'avampiede è troncata dalla zona d'impatto del tallone dell'orma successiva. Ciò nonostante, sono bene riconoscibili, al suo interno, la depressione del tallone, la zona dell'arco longitudinale mediale e una parte della depressione dell'avampiede. In base ai dettagli anatomici conservati all'interno dell'orma e al suo rapporto con le altre orme riconoscibili all'interno della pista A, si può classificarla, come orma autentica lasciata da un piede sinistro. Anche questa impronta mostra i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, ma con evidenti scivolate laterali, che creano una cresta di espulsione sul margine esterno.

A11 (dx) - Impronta di forma sub-ellittica schiacciata e allungata con la pianta inclinata verso il basso parallelamente all'inclinazione del substrato; si tratta pertanto di un'orma in scivolata in senso anteriore, il che giustifica l'apparente anomala lunghezza sia della pianta esterna che di quella interna. Tuttavia, l'attenta osservazione della mappa delle profondità evidenzia con grande precisione l'intero spazio dell'orma vera e propria, che è ubicata sul margine laterale della cavità generale. Il punto più prossimale del retropiede esterno si colloca a circa metà del piede dell'orma precedente e, quindi, c'è una scivolata del tallone in rotazione esterna e rientro nella parte basale. La cavità generale, che contiene l'orma, mostra una troncatura verticale con raccordo inclinato in modo più blando in corrispondenza delle zone tallone-pianta del piede, analogamente alle altre orme. In base ai dettagli conservati e al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, si può classificarla, come orma autentica lasciata da un piede destro.

A12 (sx) - Impronta di forma ellittica schiacciata e molto allungata con la pianta inclinata verso il basso parallelamente all'inclinazione del substrato, fino alla base del pendio; infatti il punto di impatto del tallone si trova sulla parte inclinata mentre la parte distale dell'orma vera e propria si trova sul piano sottostante; si tratta pertanto di un'orma in pronunciata scivolata anteriore, il che giustifica l'anomala lunghezza sia della pianta esterna che di quella interna. Anche in quest'orma, come nella precedente A11, si nota una scivolata del tallone in rotazione esterna e rientro nella parte basale. L'orma appare troncata nella sua parte più distale, ma ciò è dovuto solo alla forte pressione esercitata dal corpo sull'avampiede durante lo scivolamento nella medesima direzione del pendio. L'orma generale mostra una troncatura verticale con raccordo inclinato più blando in corrispondenza della zona tallone-pianta del piede, analogamente alle altre orme. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, si può classificarla come orma autentica. La sua posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A11 e la successiva orma A13 permettono di identificarla come impronta di piede umano sinistro.

A13 (dx) - Impronta di forma elissoidale reniforme con leggero arco rivolto verso la linea mediana. La rotazione del piede è contraria rispetto alle precedenti e ciò è dovuto alla duplice pendenza del substrato, nel senso che il piede taglia in diagonale il substrato secondo la massima pendenza; per questo, il tallone scivola prima verso l'interno e poi verso l'esterno. Il margine anteriore coincide con quello posteriore della cavità generale della successiva orma A14. In corrispondenza dell'orma A13, la pista A compie una ulteriore deviazione della linea mediana verso destra, in modo da adattarsi alla variazione di inclinazione del substrato. Il rapporto con le altre orme all'interno della pista A e il fatto che anch'essa conserva, nelle sue strutture, i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede (con evidenti sciolate in avanti), consentono di classificarla come orma autentica. Inoltre, la posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A12 e la successiva orma A14 permettono di attribuirle all'azione di un piede umano destro.

A14 (sx) - Impronta piccola e solo parzialmente impressa, come tutte le orme che si trovano in tratti di pendio poco inclinato. Si notano, comunque, il punto di appoggio del tallone, la successiva scivolata in avanti e, quindi, la posizione di sosta del piede; il margine anteriore è sfumato e non bene definibile. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A e al fatto che le sue strutture mostrano i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede (con evidenti sciolate in avanti), si può classificarla come orma autentica. La sua posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A 13 e la successiva orma A15 permettono, poi, di attribuirle all'azione di un piede umano sinistro.

A15 (dx) - Impronta effimera, visibile solo a causa della superficie compressa che lascia intravedere la superficie plantare, ma senza morfologie diagnostiche se non la posizione in pista. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, si può classificarla come

- icnite autentica. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A14 e la successiva orma A16 permettono di identificarla come impronta di piede umano destro.
- A16 (sx) - Impronta ben marcata di forma semiellittica, molto svasata anteriormente. Mostra una evidente scivolata sul tallone con margine posteriore non troncato e raccordo blando con la superficie plantare poco inclinata. Si sovrappone ad un'area apparentemente improntata di forma irregolare, suddivisa in due elementi subcircolari di diametro centimetrico, non attribuibili a impronte umane. In base al rapporto con le altre impronte all'interno della pista A, si può classificarla come icnite autentica. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A15 e la successiva orma A17 permettono di identificarla come impronta di piede umano sinistro.
- A17 (dx) - Impronta dai margini non perfettamente conservati, ma ben marcata e riconoscibile, evidenzia un bordo di espulsione in corrispondenza della zona dell'alluce. Sebbene il fondo sia caratterizzato dalla presenza di sporgenze di piccoli clasti litici, tutta la forma dell'orma è chiaramente riconoscibile e misurabile. L'orma mostra una evidente successione di piccoli sprofondamenti e cambi di direzione del piede alla ricerca dell'equilibrio, che sono maggiormente evidenti nella zona più prossimale. L'impronta interna, cioè quella vera e propria, è reniforme e svasata anteriormente. Soprattutto in planimetria, è bene evidente la curvatura dell'arco longitudinale mediale, orientata verso la linea di progressione. I dettagli anatomici conservati e il suo rapporto con le altre orme della pista A, consentono di autenticarla come orma. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A16 e la successiva orma A18 permettono di identificarla come impronta di piede umano destro.
- A18 (sx) - Impronta poco impressa, di cui è conservata la sola area plantare, ha aspetto reniforme con convessità (arco plantare) interna alla linea mediana. L'impronta denota una blanda scivolata sul tallone e, forse, una leggera rotazione positiva. È una delle più significative impronte dell'intero sito, proprio per l'evidenza dell'area plantare e della concavità mediale. Pertanto la sua immagine è stata vista come la più eloquente per l'attribuzione delle orme a un *trackmaker* umano, scelta per dare l'annuncio della scoperta e pubblicata in Mietto et al. [2003], cioè nel primo *report* ufficiale. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A e, soprattutto, in base alla conservazione del connotante dettaglio dell'arco longitudinale mediale correttamente orientato, si può classificarla - come predetto - come orma umana autentica. La posizione all'interno della pista, quella dell'evidente arco plantare e il rapporto con la precedente orma A17 e la successiva orma A19 permettono, infine, di attribuirle all'azione di un piede umano sinistro.
- A19 (dx) - Impronta poco impressa e molto parziale data da una leggera cavità ovoidale con troncatura netta posteriore e blando raccordo con la superficie topografica. In base al solo rapporto con le altre orme autentiche all'interno della pista A, si può classificarla come impronta autentica. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A18 e la successiva orma A20 permettono di interpretarla come impronta lasciata da un piede umano destro.
- A20 (sx) - Impronta molto leggera costituita da due depressioni riconducibili, rispettivamente, a quella posteriore del tallone e a quella anteriore dell'area metatarsale. In base al rapporto all'interno con le altre impronte della pista A, si può classificarla, come impronta. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A19 e la successiva orma A 20 permettono di interpretarla come impronta lasciata da un piede umano sinistro.
- A21 (dx) - Impronta molto impressa e di forma complessa subellittica, con area del tallone molto ampia e arrotondata, dovuta a due fasi di impressione con scivolata sul tallone e spostamento verso l'esterno in seconda fase. Nella fase 1 (appoggio del piede), vi è una penetrazione, fino a 2,5 cm, dell'interfaccia superiore; nella fase 2 (carico pieno) si registra un collasso e uno sprofondamento completo di circa 20 cm. Il passaggio fra la fase 1 e la fase 2 è marcato da

una scivolata laterale esterna rispetto alla linea mediana. L'orma definitiva di sosta ha una forma vagamente reniforme svasata anteriormente, con caratteri morfologici riconoscibili: area del tallone depressa ellittica, area distale dilatata con un evidente *ypex* in posizione submediale interna, che ricorda l'alluce. Nella parte più distale dell'orma è visibile un complesso bordo di espulsione, che delimita l'orma con tre colature in successione, a testimoniare la diversa consistenza del substrato. In base al rapporto con le altre orme della pista A e delle sue caratteristiche morfologiche, la A21 si può agevolmente classificare come orma autentica e attribuirgli la azione di un piede destro.

A22 (sx) - Impronta bene impressa, di forma rotondeggiante-subellittica, in cui si nota molto bene il punto di appoggio e il successivo forte spostamento esterno del tallone con rotazione relativa interna della parte prossimale del piede. È riconoscibile il margine posteriore interno coincidente con il tallone e una depressione interna alla linea mediana corrispondente all'arco plantare. È, inoltre, bene visibile un cuscinetto di espulsione posto all'esterno dell'orma (verso la linea mediana della pista), con creste ben sviluppate (Figura 10.8). In base al rapporto con le altre orme della pista A e al fatto che le sue strutture conservano chiaramente i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti sciolate in avanti e rotazioni del piede, la A22 si può classificare come orma autentica. Infine, la posizione all'interno della pista, i suoi caratteri morfologici e il rapporto con la precedente orma A 21 e la successiva orma A 23 permettono di identificarla come l'impronta di piede umano sinistro.

A23 (dx) - Impronta relativamente ben impressa, di forma ellittica, mostra una scivolata del tallone e una troncatura netta all'interno della pista legata alla deambulazione lungo il pendio con inclinazione del substrato normale alla direzione di spostamento. L'orma vera è propria ubicata, come sempre, sul fondo della cavità generale, è reniforme con evidente (soprattutto in planimetria) sollevamento del fondo dovuto alla presenza dell'arco plantare. In base al suo rapporto con le altre orme all'interno della pista A e al fatto che le sue strutture conservano chiari i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti sciolate in avanti e rotazioni del piede, essa può essere classificata come orma autentica. La sua posizione all'interno della pista, i suoi caratteri morfologici e il rapporto con la precedente orma A22 e la successiva orma A 24 permettono di identificarla come impronta di piede umano destro.

A24 (sx) - Impronta ben impressa e profonda, di forma subellittica. Anche in questa orma, come nella A21, si notano due fasi, una di appoggio e una di carico. L'appoggio del piede causa uno sprofondamento di 5-8 cm, mentre, nella successiva fase di carico, si ha una penetrazione di circa 20 cm del tallone. Si nota una traslazione di tutto il piede verso l'interno della pista a seguito di un movimento legato anche qui al carico lungo un versante normale alla direzione di avanzamento. In base al suo rapporto con le altre orme all'interno della pista A e al fatto che le sue strutture conservano chiari i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti sciolate in avanti e rotazioni del piede, essa può essere classificata come orma autentica. La posizione all'interno della pista, i suoi caratteri morfologici e il rapporto con la precedente orma A23 e la successiva orma A25 permettono di identificarla come l'impronta di piede umano sinistro.

A25 (dx) - Impronta molto ben impressa, profonda, di forma subcircolare, fra le meglio conservate in assoluto. Anche quest'orma evidenzia uno slittamento in avanti del piede, ma con scarsa rotazione. L'orma di sosta presenta, in maniera evidente, i caratteri morfologici dell'area distale con alluce evidente accompagnato da almeno altre due dita visibili; anche il tallone è ben impresso e si nota una evidente inflessione fra tallone e area distale corrispondente all'arco plantare rivolto verso l'interno della pista. In base al rapporto con le altre orme che compongono la pista A, e al fatto che le sue strutture mostrano chiari i segni dei rapporti fra



Figura 10.8 Il segmento meglio conservato della Pista A: la successione di orme A21-A25 (Vista da Sud-Est).

Segmento	Lunghezza generale (m)	Orientamento nella direzione dell'andatura	Inclinazione media generale (°)	Inclinazione media generale (%)	Inclinazione media del pendio (°)	Inclinazione media del pendio (%)
1A	5,046	107,5°E	14,60	26,04	33,20	65,43
2A	3,482	208°SO	16,80	30,19	28,80	54,97
3A	4,329	94°E	20,10	36,59	28,80	54,97

Tabella 10.2 Caratteristiche generali dei tre segmenti della Pista A.

l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti caratteri anatomici (tallone, arco plantare, alluce, dita), la A25 può essere agevolmente classificata come orma umana autentica e ascritta a un piede umano destro.

A26 (sx) - Impronta ben impressa e abbastanza profonda ma troncata, in parte, nel suo margine distale, dalla superficie di erosione naturale del pendio. La A26 ha forma grossolanamente sub-circolare, con caratteri che mostrano una impressione avvenuta in due fasi discrete - appoggio e carico - con rotazione verso l'interno del tallone e verso l'esterno della parte frontale. L'appoggio della pianta fu, probabilmente, disturbato dall'azione di un clasto appuntito, ancora in sede, con conseguente scivolamento del piede in direzione laterale. In corrispondenza dell'avampiede, è rilevabile una piccola rientranza della parete laterale, che può essere interpretata come l'impronta del dito mignolo. La parete laterale (esterna) della cavità che contiene l'orma appare normalizzata con un taglio verticale che, tuttavia, non raggiunge l'orma vera e propria. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, ai suoi caratteri morfologici e al rapporto con la precedente orma A25, essa si può identificare come impronta di piede umano sinistro.

A27 (dx) - Orma impressa solo parzialmente, di cui si conserva solo l'area posteriore. Qui si nota il punto di impatto del piede e la conseguente scivolata in avanti del tallone. Sebbene sia separata da più di dieci metri dall'orma A26, è possibile che essa sia in continuità con le altre orme e, perciò, le è stato attribuito un numero progressivo. La sua posizione a destra della linea di progressione la fa interpretare come l'orma di un piede destro. La parte distale dell'orma è stata completamente distrutta dal taglio antropico del pendio.

A28 (sx) - Orma impressa solo parzialmente, di cui si conserva solo l'area posteriore. Qui si nota il punto di impatto del piede e la conseguente scivolata in avanti del tallone. Ubicata in continuità con la precedente orma A27, occupa una posizione sinistra, rispetto alla linea di progressione e, perciò, è stata interpretata come l'orma di un piede sinistro. La parte distale dell'orma è stata completamente distrutta dal taglio antropico del pendio.

La pista B

La Pista B inizia nel punto di coordinate WGS84 N41°19.956'-E14°01.495', a una quota di circa 294 (±3) m s.l.m., e termina nel punto di coordinate WGS84 N41°19.954'-E14°01.498'. Il dislivello, misurato localmente, dal punto più alto al punto più basso è di circa 4,15 m.

La pista generale, che è lunga ~9,4 m, è composta da una successione totale di 25 impronte complete, 21 delle quali sono state lasciate da piedi umani nudi (Figura 10.9). Le altre tracce fossili comprendono un'impronta lasciata da una mano sinistra (TP_M1) [Mietto et al. 2003; Panarello et al., 2018; Panarello et al., questo volume, pp. 165-176], due possibili impronte di mano destra e sinistra (B19, B20, dette anche M2 e M3) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2020] e l'impronta di un gluteo destro (B21) [Panarello, 2020]. Le impronte della pista B, come quelle della Pista A, sono asimmetriche, reniformi, con concavità mediali orientate, in regolare alternanza, verso la linea di progressione.

La direzione generale della Pista B può essere divisa in due segmenti principali (1B e 3B), che sono separati da un terzo segmento (2B) che coincide con la lunga scivolata dell'orma B09.

L'angolo tra i segmenti 1B e 3B è ~147° SE. Questo angolo è stato misurato tenendo conto del fatto che le linee di progressione sono geometricamente "rotte". Pertanto, per avere una misura - anche se approssimativa - dell'angolo, è stato necessario creare linee di "mediazione" dei segmenti principali, che sono stati rettificati ed estesi [Panarello, 2020].

Le altre dimensioni generali e caratteristiche della Pista B sono riportate nella Tabella 10.3 e nelle Tabelle S1.6-S1.10 [Panarello et al., 2022a].

La Pista B, ancor più della Pista A, è un esemplare unico al mondo e non solo per la presenza, al suo interno, di impronte di parti anatomiche (mani, glutei, polpacci, caviglie) che non trovano confronti in nessun'altra parte del mondo, fino a oggi. La sua prerogativa principale ed eccezionale è la sua capacità di raccontare, già a colpo d'occhio, dei movimenti pietrificati nel tempo [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2020].

Partendo dal più antico sentiero umano fossile finora conosciuto [Panarello et al., 2017d; Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194], che domina l'intero pendio, la Pista B si snoda verso sud-est (impronte B00-B05) evidenziando solo qualche incrocio di passo (B05-B06) e qualche aggiustamento della posizione del piede sul pendio, compiuti dal *trackmaker* B per rimanere in equilibrio. Quando il pendio diventa più ripido, il camminatore si trova a gestire una pendenza molto pericolosa e deve compiere una scelta: cambiare direzione (come il *trackmaker* A) o proseguire in direzione diagonale. Questo attimo di indecisione è bene immortalato dall'impronta B7 (destra), su cui grava tutto il peso del corpo e dall'impronta B8 (sinistra), che non è nient'altro che il risultato di un leggerissimo appoggio del piede sulla parete a monte. L'osservazione della Tabella S1.10 [Panarello et al., 2022a], relativa alla velocità, scandisce questo momento con un brusco rallentamento dell'andatura. Dopo aver scelto di tagliare il pendio continuando ad avanzare lungo la diagonale scelta in partenza, tocca il terreno con il piede destro (B8a) e poi avanza decisamente con il piede sinistro. Dopo l'appoggio, però, accade una cosa che il *trackmaker* non poteva prevedere e cioè che il terreno cede in modo importante sotto il peso del corpo, costringendolo a scivolare e a compiere movimenti scomposti per rimanere in equilibrio. In questa successione di "fotogrammi" (B09-B12) è contenuta una sequenza straordinaria, in cui il piede sinistro scivola, facendo perdere l'equilibrio all'ominine, il quale per riequilibrarsi, sfiora la parete con il fianco sinistro, appoggia profondamente la mano sinistra (TP_M1) alla cengetta che si trova sulla parete e slancia tutto il corpo in avanti, trovando appoggio certo sul piede destro (B10) dopo circa 90 cm di scivolata. La velocità acquistata con il brusco movimento in avanti si scarica sul terreno dove, dopo un innaturale incrocio di passo, l'ominine B appoggia il piede sinistro più indietro di quanto sarebbe naturale e crea un'impronta profondissima (B11), che conserva i dettagli anatomici di tutta la gamba (polpaccio, caviglia, piede) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2018, 2020; Panarello, 2020]. L'andatura si riequilibra, gradualmente, nella successione di orme fra B13 e B18. In questo tratto, dopo un altro momento di probabile indecisione (B14), il *trackmaker* gira leggermente a sud-est e raggiunge l'orlo di un pronunciato dislivello. Per procedere, deve appoggiare entrambe le mani e slanciare il corpo in avanti, lasciando l'impronta di un gluteo (destro) e almeno un'altra impronta (B22) [Panarello, 2020]. Purtroppo, la parete più distale di questo dislivello, danneggiata dalla natura e dall'uomo, conserva molte tracce dei movimenti descritti, ma impedisce di essere completamente oggettivi nella loro valutazione.

Per questa ragione, sono state effettuate delle sperimentazioni utilizzando uno *specimen* umano attuale avente la stessa corporatura stimabile a partire dalle impronte e la concordanza è stata sconvolgente (Figura 10.10).

D'altro canto, se si supponesse che le depressioni presenti nella zona di rottura del pendio siano strutture create dal taglio antropico recente o dalla stessa disgregazione della formazione originaria, dovremmo completamente ignorare due dati archeologici molto importanti: 1) le due icniti (B21, corrispondente al gluteo destro del *trackmaker*, e B22, corrispondente alla zona più prossimale dell'impronta di un piede destro) hanno forme lisce e addolcite e sono il risultato di evidenti appoggi di parti molli, a differenza della restante parte del pendio che è scabra e irregolare; 2) le due depressioni si trovano a pochi centimetri di distanza da una vera e propria scala recentemente scolpita, che – di fatto – le defunzionalizza da ogni scopo recente [Panarello, 2020].



Figura 10.9 Il tratto terminale della Pista B (Vista da Sud).

Segmento	Lunghezza (m)	Orientamento nella direzione dell'andatura	Inclinazione media generale (°)	Inclinazione media generale (%)	Inclinazione media del pendio (°)	Inclinazione media del pendio (%)
1B	5,046	104,5°E	25,00	46,6	19,30	35,01
2B	0,91	76,5°E	25,00	46,6	27,0	50,95
3B	3,482	119°SE	46,90	106,9	22,50	41,42

Tabella 10.3 Dimensioni generali e caratteristiche della Pista B [Panarello, 2020].



Figura 10.10 Fotosequenza della sperimentazione messa in atto nella parte terminale della Pista B (Vista da Sud). La modella (F.V.) è alta 1,56 m, ha il piede sinistro lungo 23 cm e una lunghezza totale del braccio (*achromion-stylian*) di 52,5 cm.

Descrizione delle orme della Pista B

- B00 (sx)** - L'orma B00 è talmente mal conservata che appare come poco più che una leggera depressione sul terreno, peraltro anche alterata dal deflusso delle acque meteoriche. Essa, però ha più di un elemento che consente di farla classificare come orma autentica: è in continuità con le altre orme accertate della Pista B, occupa una posizione sinistra rispetto alla linea di progressione (uscente della direzione del sentiero preistorico P1), ha dimensioni compatibili con il *range* misurato nel geosito, conserva una parte del bordo di espulsione in corrispondenza della zona dell'alluce e, soprattutto in planimetria, mostra la tipica forma "a baccello". Per la sua posizione rispetto alla linea di progressione e per il suo rapporto di successione con la successiva orma B01, è stata interpretata come l'orma di un piede sinistro.
- B01 (dx)** - Impronta evanescente costituita da una depressione subellittica obliterata – in parte – per essere diventata parte di una zona di ruscellamento delle acque meteoriche. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta. Non contiene dettagli anatomici chiari, perciò solo la sua posizione in pista rispetto alla linea di progressione consente di attribuirle all'azione di un piede destro.
- B02 (sx)** - Impronta evanescente costituita da una depressione subellittica obliterata – in parte – per essere diventata parte di una zona di ruscellamento delle acque meteoriche. Le sue pareti sono praticamente sgretolate, ma è in evidente rapporto di successione con la precedente orma B01 e con la successiva orma B03, perciò, almeno in base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica, sebbene

in pessimo stato di conservazione. Non contiene dettagli anatomici chiari. Solo nella mappa delle profondità e in planimetria si nota una leggerissima depressione nella zona mediale anteriore. Solo la sua posizione in pista rispetto alla linea di progressione, perciò, consente di attribuirgli all'azione di un piede sinistro.

B03 (dx) - Impronta poco marcata, di forma subellittica, evidenzia – comunque – una prolungata scivolata che interessa tutto il margine a monte. Povera di dettagli anatomici, è comunque chiaramente riconoscibile come orma autentica. Infatti, soprattutto in planimetria, sono chiaramente visibili l'area del tallone, un arco plantare poco sollevato e la parte laterale dell'avampiede. In base al suo rapporto con le altre orme all'interno della Pista B e alla sua posizione rispetto al pendio, essa può essere attribuita all'azione di un piede destro. Le sue condizioni di conservazione sono estremamente precarie.

B04 (sx) - Impronta poco marcata, di forma ellittica, presenta un principio di rotazione verso l'interno della linea mediana, dovuta al fatto che la direzione del suo asse risulta pressoché parallela alla giacitura della superficie, cioè quasi normale alla massima pendenza del pendio. Ciò fa sì che la massima profondità dell'orma sia ubicata in una zona apparentemente innaturale mentre, al contrario, è nell'unico punto in cui può essere perché il piede possa mantenere l'equilibrio con uno sprofondamento nella zona laterale (a monte). In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica e attribuirgli a un piede sinistro. Le sue condizioni di conservazione sono estremamente precarie.

B05 (dx) - Impronta ben definita, leggibile in tutta la sua forma. Sono evidenti (soprattutto nella mappa delle profondità) il bordo di espulsione (poco rilevato, che incornicia tutto il margine più distale) e una serie di depressioni coerenti – per forma e dimensioni – con le impronte delle dita del piede. L'impronta appare più profonda e marcata sul suo margine laterale e ciò appare ovvio per la sua posizione rispetto alla forte pendenza del pendio. La zona del tallone è evidente, ma poco marcata perché, come predetto, il peso del corpo, dopo lo scivolamento in avanti, va tutto a gravare sulla zona occupata dalle teste delle ossa metatarsali laterali. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B e alla linea di progressione, si può classificarla come impronta di piede destro.

B06 (sx) - Impronta subellittica, ben marcata, che mostra come il tallone tagli il pendio provocando una serie di slittamenti e una sua rotazione esterna. I margini sono continui ma non presentano fasi distinte di impressione; l'impronta interna di sosta si presenta arcuata con convessità verso la linea mediana. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione rispetto alla precedente orma B05 e alla successiva impronta B07 e la curvatura rilevabile dell'arco plantare permettono di attribuirgli all'azione di un piede sinistro.

B07 (dx) - Impronta subellittica, ben marcata, che mostra il tallone ben impresso e una scivolata dello stesso verso la massima pendenza, esterna destra. In questa zona è anche visibile la parte superstite del bordo di espulsione. Altrettanto visibili sono la curvatura dell'arco mediale e una forte svasatura da scivolamento nella parte più distale. L'impronta B07 succede alla precedente B06 passando al di là della linea mediana della pista e creando, così, un incrocio di passo. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione all'interno della pista, rispetto alla precedente orma B06 e alla successiva impronta B08, permette di identificarla come impronta di piede umano destro.

B08 (sx) - Impronta subcircolare, poco marcata e senza dettagli anatomici evidenti, ubicata in posizione più arretrata rispetto alla B07. Essa è dovuta a un appoggio necessario per il riequilibrio del corpo, in quanto il peso, in quel punto, gravava ancora sull'impronta B07. Essa rappresenta un evidente momento di sosta o di grande rallentamento, prima che tutto il peso del corpo venisse caricato sulla successiva impronta B08a. In base al suo rapporto con le altre

orme all'interno della Pista B e, in particolare, con le orme B07 e B08a, essa si può classificare come orma autentica ed essere attribuita all'azione di un piede sinistro.

B08a (dx) - Impronta complessa, di aspetto reniforme, posta in corrispondenza di una netta rottura del pendio. È molto profonda con scivolata evidente del tallone in avanti e con il fondo dell'orma inclinato verso l'esterno secondo la pendenza del pendio. Sono bene evidenti, soprattutto in planimetria, tutte le zone del piede, cioè la zona di stazionamento del tallone, la zona dell'arco longitudinale mediale e quella dell'avampiede, pronunciata - in modo particolare - in corrispondenza della testa del primo osso metatarsale. L'impronta vera e propria, ubicata sul fondo della depressione generale del terreno, appare levigata dal passaggio di acque in ruscellamento e, forse, dall'essere stata scelta come zona sicura d'appoggio del piede dai frequentatori più recenti del sito. Tuttavia, come predetto, essa conserva i caratteri connotanti il piede umano e, in particolare, l'arco plantare che consente di classificarla agevolmente come l'impronta di un piede destro. Lo sprofondamento del piede appare quasi sub-verticale, mentre le pareti appaiono regolarizzate, forse anche da un taglio antropico recente. Il margine distale è illeggibile.

B09 (sx) - La B09 non è un'impronta semplice, ma è il risultato di un'azione dinamica estremamente complessa e, al momento, unica al mondo. Essa, infatti, è il risultato di uno scivolamento prolungato, conseguente al cedimento del fondo del terreno dopo l'appoggio del piede sinistro. Al suo interno, sono visibili delle zone di maggiore depressione, forse dovute al tentativo ripetuto di riconquistare l'equilibrio variando istintivamente il carico del peso corporeo durante lo scivolamento, o per un repentino posizionamento dei piedi in rapidissima alternanza. La scivolata è curvilinea e convessa verso monte. Essa è accompagnata da altre impronte (appoggio del fianco e della mano sinistra) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2018, 2020; Panarello, 2020]. Tutta la scivolata è disegnata, nel suo margine mediale, da un prolungato e pronunciato bordo di espulsione.

B10 (dx) - È l'impronta su cui si appoggia il corpo del *trackmaker* dopo la lunga scivolata sul piede sinistro. È un'orma bene impressa e profonda, anche se povera di dettagli anatomici. La struttura generale e l'orma vera e propria raccontano tutta la dinamica del complesso movimento che ne aveva preceduto la messa in posto ma, sfortunatamente, la cavità generale appare tagliata e/o rotta nella sua parte più distale. Nella mappa delle profondità, come pure in planimetria, è bene visibile come il carico del corpo si sia appoggiato tutto lungo il margine laterale del piede e questa è l'unica azione razionale che potesse verificarsi perché l'intero corpo mantenesse l'equilibrio appena riconquistato e fosse in condizione di procedere con il prossimo passo.

TP_M1 (mano sx) - La cavità denominata TP_M1, fin dal primo momento in cui fu notata [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008], fu supposto poter essere l'impronta di una mano sinistra, ma solo dopo accuratissime e prolungate analisi è stata confermata nella sua realtà icnologica [Panarello et al., 2018; Panarello et al. questo volume, pp. 165-176]. L'impronta TP_M1 è stata lasciata dalla mano sinistra del *trackmaker* B durante la lunga scivolata fra le orme B09 e B10. Essa è completamente e facilmente sovrapponibile dalla mano sinistra di un ragazzo/ragazza o dalla mano sinistra di una donna minuta del tempo presente. La parte più evidente dell'impronta della mano TP_M1 è di forma ellittica, con bordi svasati e levigati. Questa parte è limitata a valle da una struttura semicircolare che costituisce il bordo di espulsione. La direzione dell'asse maggiore dell'impronta della mano è incidente alla linea di progressione della pista B che qui corre a sud-est. L'area posteriore dell'impronta mostra, invece, i segni di uno slittamento anteromediale orientato verso l'inclinazione, mentre l'area distale mostra i segni di una compressione irregolare caricata sulla parte anteriore. In quest'area è visibile una serie di piccole depressioni di forma allungata e parzialmente irregolare, allineate in 5 direzioni, che sono le impronte delle dita. Ognuna di queste depressioni è divisa in più segmenti. Le dimensioni misurate della mano sono risultate

compatibili con quelle di un campione di *Homo* attuale avente una statura che va da m. 1,50 a m. 1,65 [Panarello et al., 2018].

B11 (sx) - Impronta gigantesca, molto profonda, ellittica, dalla struttura molto complessa. La B11, per essere compresa, va considerata nella sua totalità. Essa è il risultato dell'appoggio di un piede sinistro in una posizione leggermente più arretrata di quella del piede destro che lasciò l'orma B10. Ciò comporta un sensibile incrocio di passo, possibile solo con un certo slancio, certamente ereditato dalla velocità che il corpo del *trackmaker* acquisì durante la scivolata. In conseguenza di questa azione, il piede sprofonda a lungo, per più di 35 cm, cercando stabilità sia sull'intera gamba sia sul piede in continua rotazione. Il risultato di questa azione ha lasciato impressa la forma dell'intero polpaccio (caso unico al mondo, finora), della caviglia e del piede, che appare il meno definito proprio per la lunga scivolata in avanti. All'interno della cavità generale sono bene visibili sia i cedimenti in successione del fondo sia i cambi di direzione della gamba in generale. L'impronta viene attribuita all'azione di un piede sinistro per il suo rapporto con le altre orme della pista B che la precedono e la seguono e per la sua incredibile posizione rispetto alla linea di progressione, che testimonia un equilibrio in forte pendio che solo con il piede sinistro poteva essere mantenuto. Mancano dettagli anatomici evidenti, ma le estremità distale e prossimale dell'orma vera e propria, come pure quella laterale e mediale, sono individuabili con relativa facilità, consentendo di verificare che le sue dimensioni generali rientrano nel *range* registrato nello stesso sito [dataset in Panarello et al., 2022a].

B12 (dx) - Impronta gigantesca e molto profonda, di forma complessa, dovuta ad un considerevole scivolamento in avanti accompagnato da una sensibile rotazione del piede verso l'interno della pista. Questo movimento è dovuto al fatto che l'orma B12 riequilibra, ormai completamente, l'andatura del *trackmaker* con un passo stretto e convergente verso la linea di progressione. Anche qui l'appoggio del tallone è arretrato rispetto alla parte frontale dell'orma B11 e quindi sprofonda molto in prossimità del cambio di pendenza. L'impronta vera e propria ha forma ellittica ed evidenzia un forte scivolamento in avanti. Il margine distale della cavità generale è interrotto e non sono conservati evidenti dettagli anatomici, ma le estremità distale e prossimale dell'orma vera e propria, come pure quella laterale e mediale, sono individuabili con relativa facilità, consentendo di verificare che le sue dimensioni generali rientrano nel *range* registrato nello stesso sito. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B12 viene attribuita all'azione di un piede destro.

B13 (sx) - Impronta grande, profonda, ben marcata, di forma subrettangolare. L'impronta mostra una notevole scivolata del tallone verso l'interno della pista, la pianta del piede si mostra arcuata con la concavità (arco plantare) rivolta, in direzione mediale, verso la linea di progressione. La parte più distale dell'orma non è conservata perché asportata dalla parte posteriore dell'impronta successiva. Tutti i dettagli anatomici del piede sono bene leggibili (in particolare, in planimetria e nella mappa di profondità), cosicché l'orma si può misurare con ottima precisione, confermando anche la correttezza delle misure rilevate nelle orme B11 e B12. La parete mediale appare alterata da un taglio antropico recente, che la regolarizza, ma che non affligge l'orma vera e propria, ubicata sul fondo della cavità generale. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B13 viene attribuita all'azione di un piede sinistro.

B14 (dx) - Impronta incompleta conservata solo nella parte posteriore, ma profonda e ben marcata, di forma quadrangolare. Il tallone taglia nettamente la superficie con la base del piede quasi piana che non preserva l'area distale, andata distrutta per sgretolamento del substrato. L'orma rappresenta un altro momento di sosta o di sensibile rallentamento dell'andatura del *trackmaker* B, che riprende il cammino sullo stesso piede, con un cambio di direzione, orientando il passo verso sud-est. A parte i resti di una sensibile pressione nella

metà laterale del piede, l'orma non mostra altri dettagli anatomici obiettivamente riconoscibili. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B14 viene attribuita all'azione di un piede destro.

B15 (dx) - Impronta grande, profonda, ben marcata, di forma complessa, subrettangolare, allungata. L'impronta mostra di essere stata formata in più fasi di sprofondamento, con una notevole scivolata in avanti della parte posteriore del piede; il fondo dell'impronta (orma di sosta) è povero di dettagli, ma completamente riconoscibile nella sua forma e, quindi, misurabile. Non sono visibili dettagli anatomici ben conservati oltre la zona del tallone e il margine laterale, che si legge in tutta la sua lunghezza (soprattutto in planimetria). Sullo stesso margine, nella struttura generale della cavità, si legge una pronunciata concavità, dovuta a un distacco causato da un colpo vibrato in tempi recenti con uno strumento metallico arcuato. L'intera parete laterale, d'altronde, mostra una evidente regolarizzazione dovuta a un taglio recente, forse per ampliare la cavità generale, migliorando l'appoggio delle calzature dei frequentatori contemporanei in quel punto del pendio estremamente acclive. Questo fenomeno è stato anche riscontrato in più punti del sentiero preistorico P1 [Panarello et al., 2017d]. Fortunatamente, la grande profondità della depressione generale ha fatto sì che il taglio non raggiungesse, danneggiandola irreparabilmente, l'orma vera e propria. Sebbene segua l'impronta di un piede destro (B14) anche quest'orma, in base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, viene attribuita all'azione del medesimo piede. Essa segna il ripristino dell'andatura normale dopo un momento di probabile ripensamento, con conseguente cambio di direzione.

B16 (sx) - Impronta grande, ben marcata, di forma subrettangolare, allungata. L'impronta mostra una notevole scivolata del tallone in avanti e un'area di sosta del piede pressoché piana e di forma subtriangolare, con parte distale più larga della posteriore e con una leggera concavità (arco plantare) orientata verso la linea mediana. L'impronta B16, come la precedente, mostra i segni di un marcato e ripetuto sprofondamento del piede in una zona estremamente acclive del pendio, fino a raggiungere un punto di stabilità, corrispondente all'orma vera e propria. Il margine distale è andato parzialmente distrutto per alterazione del substrato, mentre la parete destra (mediale) mostra gli stessi segni di regolarizzazione antropica recente notati nelle precedenti orme. Anche in questo caso, fortunatamente, il taglio non raggiunge l'orma vera e propria. Non sono visibili dettagli anatomici particolarmente ben conservati, ma sono bene leggibili i margini distale e prossimale, al pari di quelli laterale e mediale, consentendo, così, di misurarne le dimensioni generali con buona precisione. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B16 viene attribuita all'azione di un piede sinistro.

B17 (dx) - Impronta grande, ben marcata, di forma complessa, subrettangolare, allungata. L'impronta mostra di essere stata formata in più fasi discrete di sprofondamento, con una notevole scivolata in avanti della parte posteriore del piede; il fondo dell'impronta (orma di sosta) è piano e di forma subtriangolare. La parte più distale dell'impronta è perduta, perché la parete, in quel punto, appare tagliata e disgregata. Tuttavia, nella parte conservata dell'orma, cioè quella più prossimale, sono bene visibili i bordi di espulsione creati dall'ultimo sprofondamento del piede. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B17 viene attribuita all'azione di un piede destro.

B18 (sx) - Impronta grande, ben marcata, ampia, dalla forma singolare. Sembra, infatti, che l'avampiede manchi, ma non è così: il piede, certamente sinistro, si inarca in avanti e aderisce, con l'intero arco mediale, a quello che doveva essere il limite del pendio, in quel punto. Non si vedono le impronte delle dita che, forse, hanno aderito poco alla paretina subverticale del pendio, ma si leggono, con grande nitidezza, la zona del tallone e, soprattutto, l'arco longitudinale mediale, rivolto a sinistra, verso la linea di progressione, che aderisce completamente al substrato. La posizione relativa delle impronte B17 (piede destro) e B18

(piede sinistro) indica che l'individuo, a questo punto della pista, sosta con i due piedi pressoché paralleli e divaricati a seguito di uno spostamento sostanzialmente laterale. La discesa lungo la paretina pressoché verticale, può aver avuto luogo solo appoggiando le mani al pendio [Mietto et al. 2003; Avanzini et al. 2008; Panarello, 2020].

B19 (mano dx), B20 (mano sx) - Come predetto, a questo punto della pista, alla fine del pendio vero e proprio, per mantenere l'equilibrio nella discesa di una paretina pressoché verticale, con la schiena rivolta a monte, il *Trackmaker* B è costretto ad appoggiare anche le mani. Le depressioni semicircolari che affiancano l'impronta B18 non possono che essere interpretate come le zone d'appoggio delle zone carpaliche di entrambe le mani. Sfortunatamente, nessuna delle due depressioni conserva dettagli anatomici misurabili [Panarello, 2020 con bibliografia].

B21 (gluteo dx) - L'impronta B21 ha la forma di una sella ed è appoggiata alla parte orientale della paretina subverticale, che si trova in continuità con la Pista B. Essa è inoppugnabilmente un'impronta, perché è l'unica parte, con inclinazione relativamente bassa, su una parete praticamente verticale. Inoltre, è visibilmente una struttura d'impatto ed è anche l'unica forma liscia e senza spigoli presente su una parete completamente scabra e alterata, naturalmente e artificialmente. Come è stato dimostrato, anche sperimentalmente, le sue dimensioni sono compatibili con quelle di un ominide avente la statura di circa 1,56 m, il che coincide con le stime della statura dedotte dalle dimensioni delle altre orme di piedi della medesima Pista B [Panarello, 2020].

B22 (dx) - L'impronta B22, sebbene sia conservata in una parte del pendio quasi completamente distrutta, è da considerare assolutamente autentica. La sua parte più significativa, infatti, cioè l'area di contatto del tallone, è ben conservata e il cambio di direzione del piede, durante l'affondamento e lo scivolamento, è chiaramente rilevabile. L'orma B22 non può essere il risultato di un effetto antropico o erosivo, perché la sua sezione trasversale non è completamente e regolarmente curvilinea. Al contrario, se tale sezione si osserva con attenzione, si nota chiaramente lo scorrimento in avanti del cuscinetto muscolare del tallone dopo il primo sprofondamento del piede. Inoltre, B22 è l'unica parte liscia ben visibile e riconoscibile sulla superficie molto ruvida della parte finale del pendio, che si presenta scabra e molto alterata dall'azione naturale e antropica [Panarello, 2020].

Le Piste C, E e le orme D1-D2

Capire e riorganizzare l'“Area Zero”

Per comprendere pienamente la successione delle evidenze icnologiche e pseudo-icnologiche presenti nella parte bassa del geosito, ovvero nel tratto superiore del sentiero che si sviluppa alla base del medesimo geosito, bisogna scandire dei momenti progressivi di analisi delle evidenze, poiché a ciascuno di essi è collegata una nuova acquisizione di dati, una nuova interpretazione delle evidenze e una nuova numerazione, che dev'essere ridefinita secondo la Tabella 10.4, tenendo conto che in tutte le descrizioni a venire si farà sempre riferimento alla numerazione finale.

L'“Area Zero”

La Pista C inizia nella cosiddetta “Area Zero” (Figure 10.11, 10.12), cioè nella zona di snodo delle varie piste secondarie, la quale, essendo fortemente alterata dalla riduzione antropica e naturale, non consente di fare ipotesi sul rapporto fra i punti iniziali delle varie direttrici (Tabella 10.5). Per tale ragione, prima che lo studio completo e approfondito dei dati disponibili venisse

completato, notazioni confuse e/o facilmente confondibili erano state attribuite ad allineamenti di possibili orme che, non in tutti i casi, sono state confermate come orme fossili reali. In questo quadro, la disamina dettagliata dell'insieme di tracce antropiche, preistoriche e storiche, si erano confuse, creando non pochi dubbi sulla possibilità di autenticare le cavità come originariamente identificate e descritte, nelle schede ICCD (Tabella 10.4), con le notazioni C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, come reali orme umane fossili preistoriche. Alla successione di cavità, discendente da NO a SE, infatti, è affiancato un invasivo taglio della pendice, di forma geometrica, creato per alloggiare evidentemente una struttura lignea, il quale aveva indotto seri dubbi sul fatto che le depressioni di cui si dice potessero essere effettivamente ubicate sul tetto dell'unità LS7.

Numerazione delle orme come in Avanzini et al., 2008	Numerazione delle orme come nelle schede ICCD	Numerazione finale
-	C1	Espunta
-	C2	C1
-	C3	C2
C1	C4	C3
C2	C5	C4
C3	C6	C5
C4	C7	C6
-	D1-D5	Espunte
-	D6	C7
C5	D7	C8
C6	D8	C9
C7	D9	C10
C8	D10	C11
C9	D11	C12
C10	D12	C13
-	E1-E3	Espunte
-	E4	D1
-	E5	D2
-	F1-F2	Espunte
-	F3	E1
-	F4	E2
-	F5	E3
-	F6	E4

Tabella 10.4 Tabella di equivalenza delle numerazioni delle Piste C, D, E, F.

La decodifica dei meccanismi di alterazione delle icniti originarie ad opera dei cavapietre e dei generici frequentatori di epoca storica, effettuata nello studio del sentiero preistorico [Panarello et al., 2017d], unita ad una certosina analisi delle morfostrutture delle cavità, effettuata mediante modelli fotogrammetrici 3D di altissimo dettaglio [Panarello et al., 2020], hanno permesso di espungere la presunta orma C1 (numerazione ICCD) e di individuare, nella suddetta successione, almeno 2 possibili orme umane fossili di epoca preistorica, ora numerate definitivamente con C05 (dx) e C06 (sx). Sebbene fortemente rimaneggiate e volontariamente ritoccate mediante utensili metallici (scalpelli) per regolarizzare le pareti laterali e agevolare la stabilità degli uomini e degli animali in transito in epoca storica, che hanno cancellato molti dettagli che sarebbero stati preziosi e determinanti ai fini della loro valutazione obiettiva come possibili icniti, non tutti gli elementi valutabili sono stati oblitterati. Sia nell'orma C05, infatti, che nell'orma C06 sono

ancora chiaramente rilevabili, nelle mappe delle profondità e nelle planimetrie con curve di livello a intervalli di 1 e 2 millimetri, delle zone di depressione del fondo che sembrano chiaramente ascrivibili al tallone, all'arco plantare e all'avampiede, rispettivamente, di un piede destro (C05) e di un piede sinistro (C06) in regolare alternanza di passo e di concavità mediale che, in entrambi i casi, è rivolta verso la linea di progressione del passo. Nella parete laterale della cavità C05, inoltre, sono bene visibili i segni di un taglio antropico volontario che non raggiunge il fondo della cavità originaria ma che, al contrario, evidenzia chiaramente due differenti livelli di azione, uno antichissimo (verosimilmente preistorico) e uno chiaramente recente.

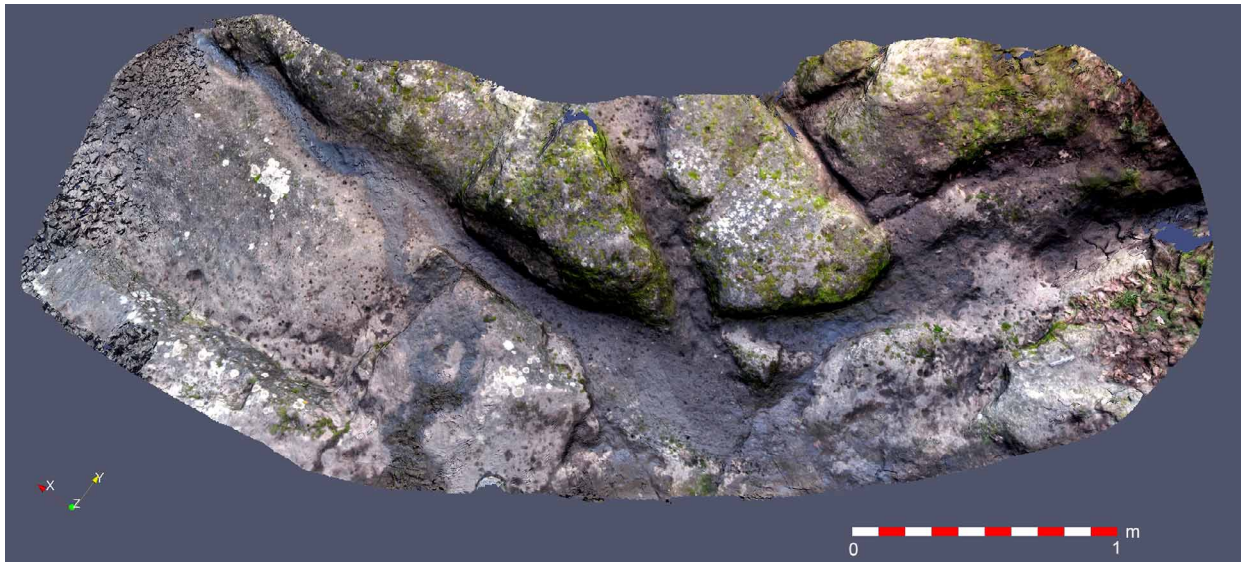


Figura 10.11 Un'immagine zenitale, da Nord, generata dal modello 3D, della cosiddetta "Area Zero".

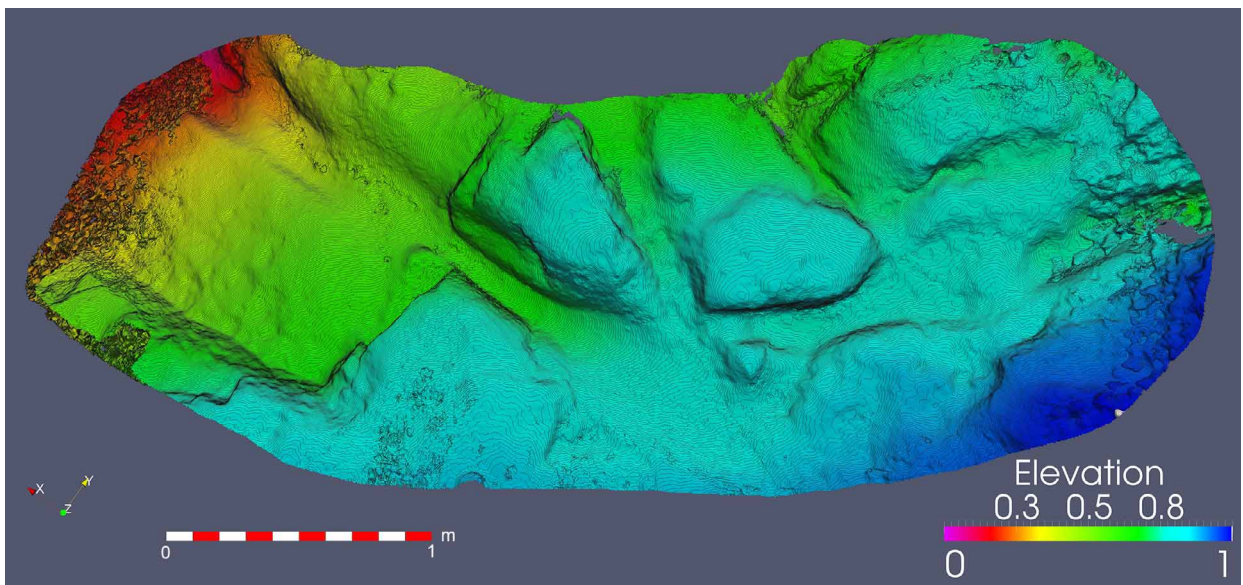


Figura 10.12 Ricostruzione altimetrica dell'"Area Zero", arricchita con curve di livello con incrementi di 2 mm.

Situazione analoga, ma in posizione diversa, si nota nella successiva cavità C06 (sx), dove, ad andare completamente perduta, è la parte distale dell'orma. Anche qui si notano invasivi ritocchi alle pareti, ma è evidentissima, in planimetria a intervalli di 2 mm, la forma tipica del piede umano

e cioè, l'impronta del tallone seguita da una concavità mediale e da una pronunciata depressione, che non può che essere riferita all'avampiede. Infine, sul margine laterale delle cavità C04 (sx) e C06 (sx), sembra riconoscersi una gibbosità dall'andamento longitudinale compatibile con un bordo di espulsione. La medesima gibbosità, costituendo il confine naturale dell'area non toccata dal taglio antropico recente per l'alloggiamento della struttura lignea, consente anche di affermare che le depressioni in successione (C05-C06) sono al tetto e non all'interno dell'unità LS7. Per tutte queste ragioni, le cavità sono state interpretate come orme fossili autentiche (ancorché rimaneggiate). Ciò, per continuità di *pattern*, autorizza ad autenticare come vere orme umane fossili anche le altre (C01-C04), sebbene non conservino nessun altro dettaglio ad eccezione della loro corretta posizione nello schema dell'andatura.



Figura 10.13 La parte più alta della pista C (segmento 1C, sulla sinistra, indicata dalla freccia), nella zona distale della cosiddetta "Area Zero".

La riesumazione dell'intera area denominata "Area Zero" ha evidenziato gli inizi di altre due possibili direttrici (gli originari inizi delle cosiddette Pista D e Pista E indicati con tali notazioni nelle schede ICCD), sub-parallele a quella appena descritta, che sembravano proseguire, con una pronunciata curvatura prima verso sud e poi verso est, in direzione del tratto di Pista C [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008] ubicato nel medio sentiero basale sterrato, ancora oggi percorribile e adiacente il recente taglio della pendice. Con riferimento alla schedatura ICCD, questi tratti iniziali sono stati riesaminati su basi oggettive dando questi risultati:

Pista D (originaria). Si tratta di un evidente taglio antropico; le presunte impronte D1, D2 sono, di fatto, inesistenti. Il tutto viene, quindi, espunto e interpretato come una struttura di creazione antropica recente per agevolare e regimentare il deflusso delle acque meteoriche.

Pista E (originaria). Anche in questo caso, le piccole depressioni E1, E2, E3 sono, di fatto delle tacche antropiche recenti rielaborate dall'erosione degli agenti naturali e dal probabile

passaggio di uomini e animali, come verificato in molti casi analoghi presenti nell'areale del Roccamonfina e, in generale, nelle aree di cava [Panarello, 2016b; Panarello et al., 2017a,c]. Inoltre, le tre depressioni citate si trovano al centro di una canaletta la cui ampiezza è accentuata da una frattura longitudinale determinata da un collasso della porzione occidentale del pendio tufaceo. Anche queste cavità vengono, così espunte dall'elenco delle icniti preistoriche.

Figura 10.14 Vista da Sud-Est della parte inferiore del “sentiero basso”. Sono bene visibili sia il taglio netto della pendice sia la successione delle orme del segmento di pista 2C.



Il tratto alto del sentiero basso

Questo tratto di sentiero (Figura 10.15), in connessione geometrica con l'“Area Zero”, dalla quale è separato solo da uno “hiatus” causato da tagli antropici e da profonde intrusioni radicali, si divide, a sua volta, in due zone:

- zona prossimale (più a monte). Originariamente, qui era stata localizzata la prosecuzione della Pista D (vedi schede ICCD), nella quale erano state identificate le depressioni D3, D4, D5 (Figura 10.15). L'analisi barometrica e stratigrafica, nonché il grado di alterazione del suolo indicano, senza ombra di dubbio, che ci troviamo all'interno dell'unità LS7 e non al suo tetto. Questo fatto determina che qualunque evidenza pseudo-icnologica venga automaticamente espunta e interpretata come il risultato di un'azione antropica. In effetti, le depressioni originarie in successione D3-D5 somigliano a un tratto di pista, mentre sono, al contrario, creazioni antropiche funzionali al più agevole percorrimto di questo tratto di sentiero guasto e malsicuro. Analogamente a quanto fatto in precedenza, queste pseudo-orme vengono espunte dal novero delle orme preistoriche.



Figura 10.15 La zona prossimale nel tratto alto del sentiero basso, con le pseudo-orme reinterpretate ed espunte.

- Zona distale (più a valle). In questo tratto si possono distinguere, da Nord a Sud, quattro elementi:
 1. Taglio della pendice - Si tratta di un taglio verticale rettilineo di chiara origine antropica, praticato con strumenti metallici, che interrompe la continuità della paleosuperficie (tetto unità LS7) verso sud. Nel tratto interessato dalla descrizione, il dislivello massimo, alla base del taglio, è di m. 1,50. Questo elemento pone un serio problema stratigrafico, cioè se le Piste C, D ed E, come indicate nelle schede ICCD, siano ubicate o meno al tetto dell'unità LS7. Ciò è fondamentale ai fini della validazione come reali icniti delle depressioni che vi sono ubicate. In tal senso, è indispensabile notare che la prima cosa che colpisce l'osservatore è il diverso livello di alterazione e colonizzazione lichenica della superficie esposta. Tale fatto, integrato dalla valutazione dell'entità dei tagli antropici, permette di distinguere quali parti dell'area in esame conserva o meno la superficie originaria dello strato LS7. Infatti, mentre la superficie recentemente incisa dall'uomo per allargare il sentiero è quasi completamente priva di licheni e di alterazione superficiale, la parte originaria appare coperta da strati di licheni vivi e morti e caratterizzata da uno stato di alterazione superficiale molto invasivo. Entrambi questi elementi, infatti, sono confrontabili con quanto si osserva nella paleosuperficie LS7 non interessata da azioni antropiche recenti.
 2. Pista C (secondo la notazione delle schede ICCD) (Tabella 10.4) - Questa struttura, che si riconduce a un semplice solco che si sviluppa alla base del taglio antropico, ricade, per gli elementi sopra esposti, all'interno dell'unità LS7. Per questo motivo, non può essere una struttura creata da azioni preistoriche e va catalogata fra i tagli antropici recenti. Essa, infatti, sembra essere in continuità con la canaletta di regimentazione e deflusso delle acque meteoriche che si individua nell'Area Zero e che è stata già stata descritta in precedenza.

3. Pista D (secondo la notazione delle schede ICCD) (Tabella 10.4) - L'analisi della superficie permette di considerarla estranea ad interventi di alterazione di epoca recente e la sua morfologia generale va, al contrario ascritta all'azione di agenti di epoca preistorica. Questa parte era già stata descritta da Avanzini et al. (2008) come parte della Pista C, alla cui notazione viene ora definitivamente ricondotta con qualche integrazione e una nuova numerazione (Tabella 10.4). Particolarmente significativa, in questa parte della pista che contiene 7 orme in regolare successione di passo, è la presenza di alcuni vistosi bordi di espulsione soprattutto attorno alle orme C8 e C9 (Figure 10.16, 10.17, 10.18), che confermano, peraltro, quanto osservato in rapporto alle caratteristiche della superficie stessa.
4. Pista E (secondo la notazione delle schede ICCD) (Tabella 10.4). Anche in questo caso, le due orme presenti nella parte finale del trogolo che caratterizza la pista vengono confermate, in quanto presentano evidenti bordi di espulsione. Si notano sui margini esterni di entrambe le cavità, i segni di rielaborazioni antropiche recenti, ma non tanto invasive da poter confondere l'osservatore. Come si evince dalla Tabella 10.4, la "vecchia" Pista E, viene rinominata, in via definitiva, come Pista D e le due orme citate, vengono rinominate come D1 e D2.



Figura 10.16 La parte inferiore del "sentiero basso" con le successioni di orme umane C7-C13 e D1-D2 (immagine zenitale generata dal modello 3D). Comparatore: 2 m.

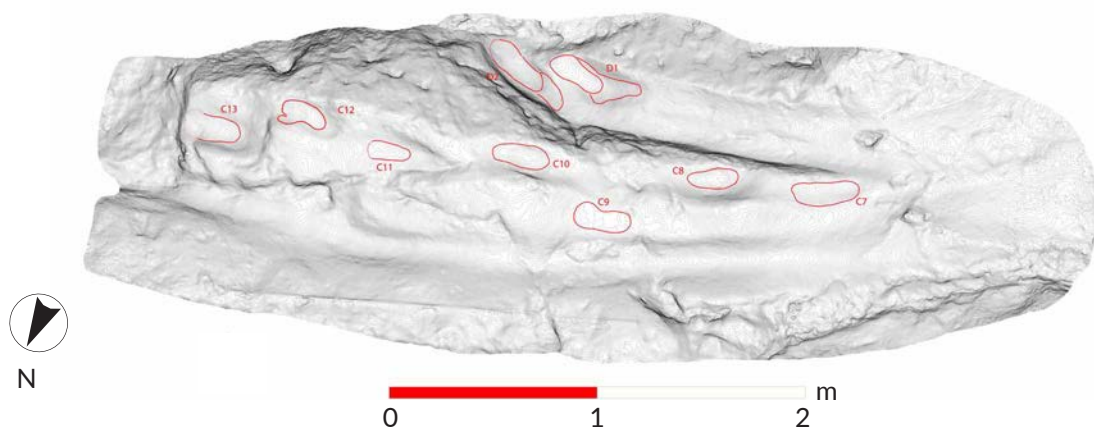


Figura 10.17 La parte inferiore del "sentiero basso" con le successioni di orme umane C7-C13 e D1-D2 (evidenziate in rosso); planimetria con curve di livello ad incrementi di 1 mm.

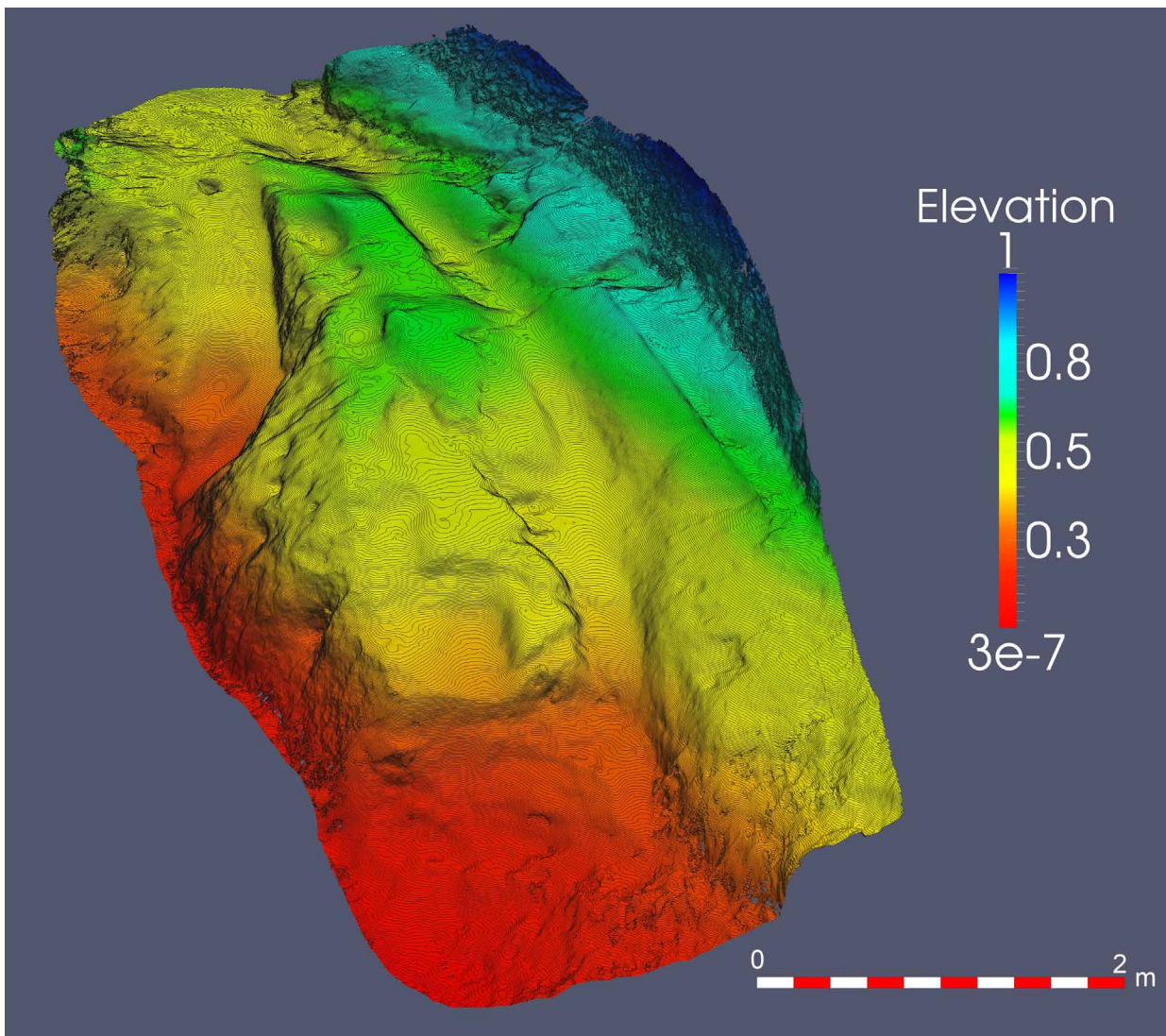


Figura 10.18 Ricostruzione altimetrica con curve di livello a incrementi di 2 mm della parte inferiore del "sentiero basso" con le successioni di orme umane C7-C13 e D1-D2 (Vista da Sud-Est). Sono evidenti i bordi di espulsione delle orme meglio conservate.

Descrizione delle orme delle Piste C, E e della direzione D1-D2

La pista C, descritta per la prima volta in Mietto et al. [2003] e Avanzini et al. [2008] è stata riesaminata a lungo alla luce delle nuove tecniche di rilievo e analisi che si sono rese disponibili nel corso degli anni. L'ultima descrizione è stata resa in Panarello et al., [2020 con bibliografia].

C01 (dx) - Impronta non bene marcata, di forma sub-ellissoidale, aperta nella zona distale, collocata sul fianco destro di una zona di ruscellamento delle acque meteoriche. È in pessimo stato di conservazione e non presenta caratteri anatomici a causa del vincolo del substrato e della prolungata azione dilavante delle acque, ma evidenzia un chiaro scivolamento in avanti del tallone. Solo in base al rapporto con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, essa si può classificare come impronta autentica. La sua posizione rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la successiva orma C02 consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.

C02 (sx) - Impronta poco impressa ma visibile, ellissoidale, collocata sul fianco sinistro di una bassa canaletta naturale discendente. Non presenta caratteri anatomici. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate

all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C01 e la successiva orma C03, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

C03 (dx) - Impronta ben marcata, ellissoidale, allungata, collocata sul fianco destro di una bassa canaletta naturale discendente. Presenta un netto e profondo scivolamento in avanti del tallone e area di sosta piana. Non preserva dettagli anatomici, ma tutto il suo contorno è perfettamente riconoscibile. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C02 e la successiva orma C04, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.

C04 (sx) - Impronta poco marcata, ma visibile, ellissoidale, allungata, collocata sul fianco sinistro del basso alveo di una canaletta naturale discendente. Presenta un doppio scivolamento in avanti del tallone, con leggera rotazione verso l'interno, e area di sosta piana. È anche visibile un bordo di espulsione sul suo margine laterale. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C03 e la successiva orma C05, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

C05 (dx) - Impronta molto ben marcata, ellissoidale, alquanto allungata, collocata sul fianco destro dell'alveo naturale in discesa. È l'orma meglio conservata e leggibile dell'intera Pista C. La sua struttura generale mostra che l'impressione è avvenuta in due successivi momenti, accompagnati da un netto scivolamento in avanti del tallone. L'orma vera e propria conserva tutte le caratteristiche anatomiche del piede (zona d'impatto del tallone, arco plantare e avampiede con la parte prossimale dell'alluce) e neppure il bordo di espulsione è stato completamente cancellato dall'invasiva azione di alterazione dell'uomo e degli agenti naturali. I dettagli anatomici conservati, la progressiva subsidenza del suo fondo, la sua uniformità dimensionale e il suo rapporto di continuità con le altre orme all'interno della Pista C, consentono di classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C04 e la successiva orma C06, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro [Panarello et al., 2020].

C06 (sx) - Impronta molto ben marcata, ma incompleta in quanto mancante di tutta la parte distale a causa del taglio artificiale della formazione originaria. È ubicata a sinistra dell'orma C05. Non conserva dettagli anatomici chiari ad eccezione dell'area del tallone, ma la sua struttura generale mostra, in modo inequivocabile, che la sua impressione è avvenuta in due successivi momenti accompagnati da un netto scivolamento in avanti del tallone e da una vistosa rotazione verso l'interno del piede. In base alle sue caratteristiche morfo-strutturali, alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C05, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

C07 (sx) - Impronta ben marcata ellittica, infossata, con evidente bordo di espulsione sul margine laterale, con area interna a sua volta ellittica ma senza elementi anatomici evidenti. A ben vedere, tuttavia, la depressione che corrisponde all'orma vera e propria mostra – sia in planimetria sia nella mappa delle profondità – l'intera area del tallone e la concavità mediale rivolta verso la linea di progressione. Il suo margine mediale è troncato da una superficie sub-verticale che si raccorda all'adiacente trogolo in cui sono conservate le impronte D01 e D02. Sebbene quest'orma non sia in continuità diretta con la precedente orma C06 per la presenza di un'estesa zona di rottura del substrato, si pensa che debba essere considerata come il naturale proseguimento del precedente segmento di pista sia per la posizione topografica nell'ambito

della geomorfologia locale sia per la sostanziale uniformità dimensionale con le orme C01-C06. La curvatura dell'arco plantare e la posizione rispetto alla linea di progressione consentono di attribuire l'orma C07 all'azione di un piede sinistro.

- C08 (dx) - Impronta ben marcata, ellittica, infossata, con evidente scivolamento in avanti e lieve rotazione interna del tallone. L'orma di sosta, cioè quella vera e propria, non mostra caratteri anatomici evidenti, ma è bene visibile il bordo di espulsione sul suo margine laterale. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C07 e la successiva orma C09, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- C09 (sx) - Impronta evanescente, subellittica, messa in evidenza solo dalla superficie di schiacciamento. È ubicata in asse lungo il margine sinistro (verso monte) della cresta tufacea lungo la quale si sviluppa la pista. Solo in base al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate, all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C08 e la successiva orma C10, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.
- C10 (dx) - Impronta evanescente, subellittica, messa in evidenza dai due livelli di sprofondamento del substrato accompagnati da uno scivolamento in avanti e da una superficie di schiacciamento, coincidente con l'orma vera e propria, la quale non conserva dettagli anatomici obiettivamente riconoscibili. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C09 e la successiva orma C11, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- C11 (sx)- Impronta incompleta, mancante della porzione posteriore sinistra, troppo vicina al margine della cresta e, per questo, erosa. Si notano, in pratica, la sola impronta di sosta, che ha forma ellittica, appena reniforme, e una piccola parte del margine laterale (esterno). In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C10 e la successiva orma C12, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.
- C12 (dx) - Impronta bene impressa, ellittica, con evidente scivolamento in avanti del tallone. L'orma di sosta, cioè quella vera e propria, è reniforme con evidente concavità plantare rivolta a sinistra, verso la linea di progressione della pista. Sul margine laterale, sopravvive una piccola parte del bordo di espulsione, mentre il margine distale è andato distrutto e anche all'interno si notano piccole zone di rottura del fondo. In base alla posizione della sua concavità mediale, alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C11 e la successiva orma C13, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- C13 (sx) - Impronta bene impressa, ellittica, con evidente scivolamento in avanti del tallone. L'orma di sosta, cioè quella vera e propria, è reniforme con margine distale svasato, incompleto per disgregazione/rottura. All'interno dell'orma sono bene riconoscibili l'area del tallone e la parte più prossimale dell'arco longitudinale mediale. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C12 consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

D01 (dx) - Impronta ben marcata, ma evanescente nella sua parte distale, forse troncata. Ha forma ellittica e presenta un evidente scivolamento in avanti del tallone, accompagnata da una leggera rotazione esterna. È in successione diretta con la seguente orma D02, con la quale rappresenta ciò che rimane di una pista discendente ben più estesa, andata perduta per il taglio antropico che ha completamente distrutto il margine distale del pendio originario. Mentre il margine laterale (destro) dell'orma appare alterato da una regolarizzazione antropica recente, il margine mediale conserva bene evidente il bordo di espulsione. Purtroppo, l'impronta non conserva dettagli anatomici evidenti. La sua direzione discendente e la diretta alternanza con la successiva orma D02 consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.

D02 (sx) - Impronta ben marcata ma evanescente nella porzione distale; ha forma ellittica e presenta un evidente scivolamento in avanti con una sensibile rotazione esterna del tallone. È in successione diretta con la precedente orma D01, con la quale rappresenta ciò che rimane di una pista discendente ben più estesa, andata perduta per il taglio antropico che ha completamente distrutto il margine distale del pendio originario. Mentre il margine laterale (sinistro) dell'orma appare alterato da una regolarizzazione antropica recente, la zona d'impatto del tallone e il margine mediale conservano bene evidente il bordo di espulsione. Purtroppo, l'impronta non conserva dettagli anatomici evidenti oltre a una notevole profondità nella zona dell'avampiede che appare coerente con la concavità mediale del piede. In base a tale elemento, alla sua direzione discendente e alla diretta alternanza con la precedente orma D01, è possibile identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

E01 (dx) - Impronta evanescente costituita da una depressione subellittica rivolta all'interno e sollevata sul suo margine antero-laterale. Essa è la prima delle orme superstiti di una di una pista più estesa orientata a ovest e distrutta dal taglio antropico recente della formazione originaria. Il bordo di espulsione, evidentissimo nel margine antero-laterale, nonostante dei guasti all'interno della cavità generale, conferma inoppugnabilmente la sua autenticità. In base al rapporto di successione con le altre orme della Pista E e con la successiva impronta E02 (Figure 10.19, 10.20), si può classificarla come impronta autentica e attribuirle all'azione di un piede destro.

E02 (sx) - Parzialmente appoggiata alla parte distale dell'orma precedente, l'impronta si presenta, in tutta la sua forma, solo apparentemente evanescente nella sua parte più anteriore. Nella parte posteriore, infatti, mostra tracce di scivolamento del tallone, ma la forma generale dell'impronta interna sembra indicare una sovrapposizione o la rapida successione di due orme destra-sinistra. Nell'orma vera e propria, corrispondente all'orma di sosta, si osservano molto bene il tallone, la concavità dell'arco plantare del piede sinistro e la porzione distale con una depressione che può riferirsi, verosimilmente, alla posizione dell'alluce del piede sinistro. Il margine laterale della cavità generale appare alterata da una rottura sub-lineare recente, ma una piccola parte del bordo di espulsione si conserva comunque nella parte più distale dell'orma di sosta. La concavità mediale rivolta all'interno della pista e il suo rapporto di regolare successione con la precedente orma E01 e la successiva orma E03 (Figure 10.19, 10.20) consentono di interpretarla come l'orma lasciata da un piede sinistro in movimento rotatorio interno.

E03 (dx) - Impronta molto bene impressa e molto profonda, di forma ellittica con evidente scivolamento in avanti del tallone rispetto al punto di appoggio iniziale in due fasi. L'orma di sosta è piana, reniforme con una evidente concavità nella zona mediale in posizione coerente con l'arco plantare, che mette in ulteriore evidenza la posizione e la forma del tallone; anche la parte distale dell'orma è ben marcata e presenta, molto evidente, la forma dell'alluce, che appare grande e separato da un pronunciato *ypex* da un allineamento di piccole depressioni, che può essere interpretata come la zona delle dita. Quest'orma è particolarmente importante, perché è perfettamente misurabile e ha dimensioni maggiori di tutte le altre orme ritrovate

nel sito. La presenza dei dettagli anatomici perfettamente leggibili e il suo rapporto con le altre orme della pista E consentono di classificarla come l'impronta di un piede destro. Il bordo di espulsione che si sarebbe dovuto leggere nella parte più alta della profonda cavità che contiene l'orma è stato obliterato dall'alterazione antropica del substrato in quella zona della formazione originaria, ma l'autenticità dell'orma è fuori discussione sia per i dettagli anatomici già descritti, sia perché una prova della plasticità originaria del fondo si può leggere nella parete laterale dell'orma, in un punto in cui il cuscinetto adipo-muscolare laterale del piede destro ha premuto sulla parete lasciandovi una piccola cavità alta 3,6 cm [Panarello et al., 2020].



Figura 10.19 Immagine zenitale da Sud, generata dal modello 3D, della successione di orme E1-E4. Il comparatore misura 10 cm.

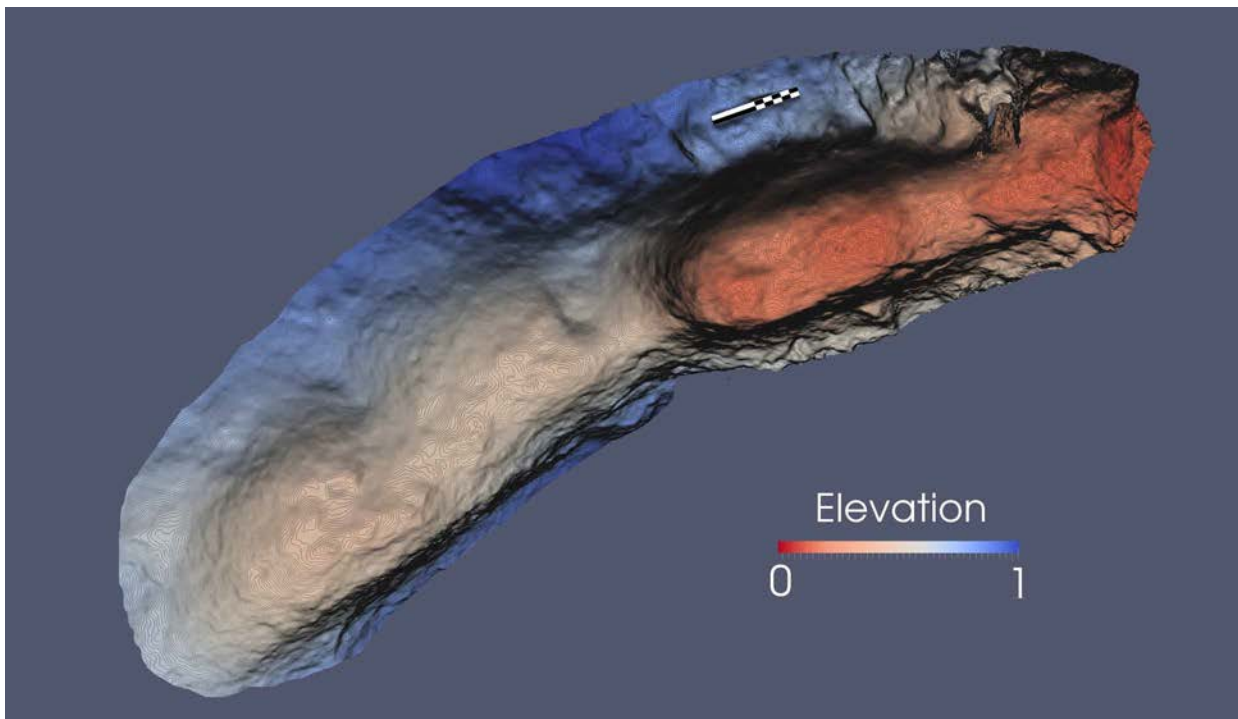


Figura 10.20 Ricostruzione altimetrica con curve di livello a incrementi di 2 mm della pista E (Vista da Nord). Il comparatore misura 10 cm.

E04 (sx) - Impronta estremamente parziale, di forma sub-quadrangolare, troncata anteriormente, sia perché in origine, probabilmente, una parte della porzione distale del piede non poggiava sul substrato, sia per i successivi interventi antropici di taglio del pendio. In base al rapporto con le altre orme meglio conservate all'interno della pista E e, in particolare, alla precedente orma E03, molto bene conservata anche nei suoi dettagli anatomici, si può classificare E04 come orma autentica e attribuirgli all'azione di un piede sinistro.

Le orme F1-F2

Le orme in successione F1(sx)-F2(dx), descritte per la prima volta in [Panarello et al., 2020], sono ubicate nel punto di coordinate WGS84 N41°19.956' E14°01.496', a una quota di circa 294 (±3) m s.l.m., poco al di sopra della scivolata (B09) della Pista B e in continuità con l'impronta TP_M1 della mano sinistra del *trackmaker* B (Figura 10.21).

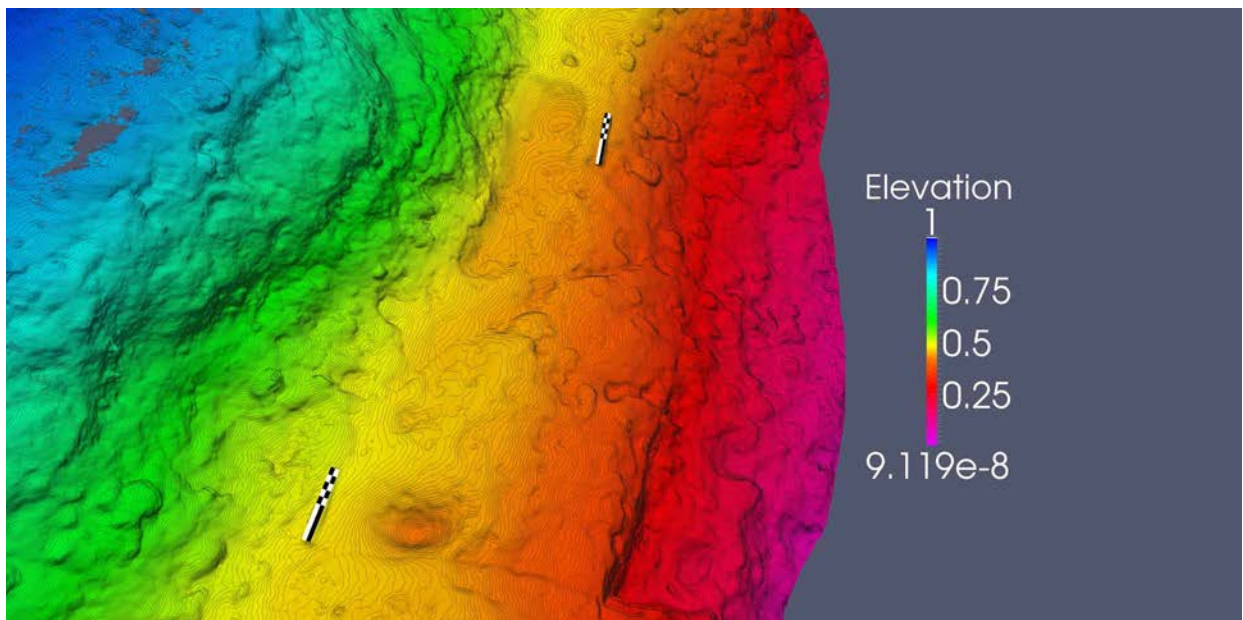


Figura 10.21 Ricostruzione altimetrica (vista da Sud-Ovest) con curve di livello a incrementi di 2 mm della cengia su cui sono ubicate sia le orme F1-F2 sia (in primo piano) l'impronta della mano TP_M1 [Panarello et al., questo volume, pp. 165-176]. Il comparatore misura 10 cm.

Le impronte F1 e F2, già in affioramento, sono state notate solo recentemente durante uno dei ripetuti sopralluoghi compiuti dai ricercatori. Esse sono ubicate su una piccola cengia (che ha una larghezza massima di 22 cm) creata da un'ondulazione del deposito LS7. La loro posizione è in sostanziale subplanarità. È probabile che, sulla stessa cengia, vi siano o vi fossero anche altre orme lasciate dal medesimo *trackmaker*, ma oggi non sono rilevabili con obiettività.

La cengia interessata dalle orme F1 e F2 inizia con una direzione di 60,5° NE – coincidente con la linea di progressione F1-F2 – e poi, a 75 cm dal punto più distale dell'orma F2, curva in direzione 37°NE.

L'impronta F2 è molto ben conservata e leggibile. Essa sovraimpone parzialmente l'orma F1, di cui oblitera la parte più distale, cioè quella relativa al termine dell'avampiede e delle dita. La medesima orma F2, relativa a un piede destro, non è interamente allocata nella parte subplanare della cengia – che in quel punto è strettissima, ma è sollevata verso monte a partire dalla posizione

della testa del primo metatarso, cosicché l'alluce è interamente appoggiato sulla paretina. L'orma FO1 (sx), il cui asse è orientato 71,5° E, essendo stata parzialmente sovrainpressa, è misurabile obiettivamente solo nella sua parte più prossimale. La larghezza massima rilevabile (rW) è 10,5 cm, mentre la larghezza della zona del tallone è 7,5-8 cm.

L'orma FO2 (dx), orientata 47°NE, è lunga (rL) 25,9 cm e larga (rW) 10,5 cm. Essendo molto ben definita, è possibile misurare anche la larghezza al tallone, che è 7,5 cm.

Le orme nello spazio del sentiero preistorico P1

Come evidenziato nello specifico contributo [Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194], nello spazio del sentiero preistorico P1 [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d] si trovano alcuni allineamenti di depressioni compatibili con orme umane. Fra tali depressioni, sebbene in forte stato di alterazione, ve ne sono alcune che sono autenticabili con certezza con orme umane fossili. Solo di queste, vengono date, di seguito, le descrizioni dettagliate:

P1_05a (dx) - Questa depressione è ubicata nel segmento 5 del sentiero preistorico P1 [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d]. Essa non è in buono stato di conservazione, ma è stata interpretata come l'impronta lasciata da un piede nudo, lungo un percorso orientato verso Est. Sia le planimetrie generali, sia il rapporto di continuità con altre depressioni compatibili con orme umane, sia le mappe di profondità, sia l'applicazione del "Metodo combinato" [Panarello & Mietto, 2017] confermano la sua realtà di impronta fossile. Anche le sue dimensioni massime misurabili (cm 25x10) appaiono perfettamente compatibili con il *range* dimensionale riscontrato su altre icniti autentiche nello stesso sito paleontologico [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017b, 2020]. L'elemento più importante, ai fini della sua validazione, è una leggera estrusione da pressione di materiale molle, che incornicia il suo margine laterale. Non sono visibili dettagli anatomici chiarissimi, ma la sua forma generale - stretta nel retro piede a allargata nell'avampiede - unitamente alla sua posizione destra in una pista di depressioni allineate a formare una regolare successione stretta e serpeggiante, rendono la sua autenticazione come orma molto più di una semplice ipotesi.

P1_06a (dx) - È l'unica, di una successione di tre depressioni allineate e orientate verso Ovest, che può essere letta e misurata con la necessaria obiettività. Sebbene in avanzato stato di alterazione, essa - infatti - conserva dettagli morfologici e dimensionali che consentono di ascriverla all'azione di un piede umano nudo. Particolarmente evidente e profonda è la zona dell'avampiede, ma anche ciò che resta dell'arco longitudinale mediale è sufficientemente visibile. Meno conservata è la zona laterale della cavità generale, la cui disgregazione può confondere l'osservatore non specialista. La sua posizione in pista, rispetto alle altre cavità che la precedono e la seguono, e i dettagli anatomici sunnominati consentono di interpretarla come l'impronta di un piede destro. Quanto predetto è confermato dalle planimetrie di estremo dettaglio, dalle mappe di profondità e dall'applicazione del "Metodo combinato" [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d; Panarello & Mietto, 2017]. Infine, le sue dimensioni generali massime (cm 27x11,8) la collocano agevolmente nel *range* dimensionale riscontrato nell'icnosito [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017b]. La larghezza misurata nella zona del tallone è cm 6,6.

P1_07a (dx) - Anche questa depressione sembra doversi interpretare come l'impronta fossile, mal conservata, lasciata da un piede umano verosimilmente destro, considerato il rapporto di successione con le depressioni che la precedono e la seguono in ciò che resta di una pista appena riconoscibile orientata in direzione Est. Sebbene, come le altre, manchi della parte superiore, che è stata scalpellata dall'uomo moderno ed erosa dagli agenti naturali, l'attenta analisi delle sue morfologie [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d] dimostra che le sue zone di massima depressione, corrispondenti ad alcuni dei principali *landmark* anatomici del

piede umano (tallone, avampiede, testa del primo metatarso, forma generale del piede), sono ubicate proprio lì dove dovrebbero essere. Anche le sue dimensioni massime misurabili (cm 24,8x9,9) appaiono perfettamente in linea con le altre dimensioni riscontrate nell'icnosito. P1_19a (Det.1) (sx) - L'impronta è chiamata, indifferentemente, P1_19_Det.1 [Panarello, 2016b] e P1_19a [Panarello et al., 2017d] nelle pubblicazioni in cui è stata già descritta. Si tratta dell'impronta fossile di un piede nudo sinistro, che conserva i segni di un taglio antropico recente, il quale, tuttavia non l'ha completamente distrutta ed è perfettamente leggibile. Il margine sinistro (laterale) evidenzia un taglio lineare e, nella zona mediale prossimale, è bene visibile il colpo di un a piccozza [Panarello, 2016a]. Anche la zona distale presenta i segni di una rottura, ma le depressioni del tallone e dell'avampiede non sono state cancellate, al pari del relativo arco longitudinale mediale. La realtà dell'orma è confermata dalle planimetrie di alto dettaglio, dalle mappe di profondità e dall'applicazione del "Metodo combinato" [Panarello, 2016a; Panarello & Mietto, 2017]. Le dimensioni massime misurabili, in linea con le altre riscontrate nell'icnosito di Foresta, sono cm 21x10,5. La larghezza misurata nella zona del tallone è cm 6,3.

Discussione e conclusioni

Sulla base delle convenzioni fissate [Panarello, questo volume, pp. 107-122] e tenuto conto di tutte le questioni metodologiche di cui si è ripetutamente discusso, si può subito notare – in prima istanza – che nessuno dei valori anatomici rilevabili a Foresta è fuori dai *range* dimensionali rilevati in tutti gli altri icnositi del mondo, qualunque sia la loro età e qualunque siano il loro ambiente e/o la loro localizzazione [Bennett & Morse, 2014; Panarello, 2016b]. Piuttosto, come diremo fra poco più approfonditamente, è la forma del piede di Foresta che ha un'importanza particolare.

Molto significativi appaiono i *range* di valori riguardanti la dinamica dei movimenti [Panarello et al., 2022a,b], poiché essi fotografano precise e consapevoli scelte comportamentali che sono di estrema importanza nell'identificazione e conoscenza di ominini antichissimi come quelli che camminarono a Foresta.

Colpisce molto, infatti, l'enorme variazione dell'angolo d'appoggio del piede rispetto a quello dell'orma vera e propria, rispetto all'inclinazione del pendio nel punto in cui è stata impressa. Si vede chiaramente, infatti, che il *trackmaker* ha sempre agito consapevolmente sui movimenti dei suoi piedi, controllandoli fino alla ricerca dei punti di maggiore equilibrio e stabilità prima di procedere con il passo successivo, anche nelle zone in cui la pendenza era e rimane altissima. Questa consapevolezza, inoltre, è evidenziata ancor più dal fatto che il substrato era cedevole e viscido al momento in cui fu impresso.

È stato recentemente dimostrato che l'ultimo cambio di direzione nella Pista A (orme A21-A26) consentì al *trackmaker* di scegliere quella più conveniente da ogni punto di vista [Saborit et al., 2019]. Questo fatto oltre a costituire un ulteriore motivo di autenticazione dell'icnosito, oltre a essere una testimonianza (finora unica al mondo) di pista di impronte umane in altissimo pendio di origine non eolica, rappresenta anche una preziosissima testimonianza sul grado di evoluzione psico-motoria e strutturale degli ominini mediopleistoceni.

Anche la velocità relativa è un significativo elemento di valutazione, se si osserva che essa è sempre molto bassa (valore medio generale ~0.56 m/sec). Ciò è un'ulteriore evidenza delle enormi difficoltà dei camminatori preistorici sul pendio inclinato, cedevole e scivoloso. Questo fatto è testimoniato anche dai valori del *Foot Placement Angle* (FPA), cioè dai valori dell'angolo del piede rispetto alla linea di progressione. Esso, infatti, è spesso negativo e/o associato a repentini incroci del passo, soprattutto quando la linea di progressione si sviluppa trasversalmente al pendio.

Come accennato, però, vi sono anche un paio di elementi anatomici, rilevabili nelle orme umane fossili di Foresta, che appaiono di grande e particolare importanza, cioè la forma del retropiede e l'arco longitudinale mediale poco pronunciato [Avanzini et al., 2008]. In un primo momento, si era pensato che ciò fosse dovuto solo ai movimenti compiuti dal piede sul fondo molle alla ricerca dell'equilibrio, ma nuove e recentissime scoperte hanno consentito di valutare anche anche altre affascinanti possibilità.

I ritrovamenti di ossa fossili di piedi di ominini erano, infatti, fino a poco tempo fa, relativamente scarsi. L'incremento di tali reperti, però, è aumentato negli ultimi dieci anni, rendendo possibili nuove valutazioni sui vari "step" evolutivi del piede umano, consentendo anche di contestualizzare e, in qualche modo, di misurare le diversità anatomiche.

Recenti ritrovamenti osteologici, infatti, hanno permesso di ricostruire l'intera serie di ossa deputate alla formazione della sequenza longitudinale mediale, e di conoscere i vari rapporti di proporzionalità esistenti fra le zone del piede durante il processo evolutivo [Susman, 1983; Tuttle et al., 1991; Klenerman & Wood, 2006; Rolian et al., 2009; Pablos et al., 2013a, b; Pablos, 2015; Holowka & Lieberman, 2018; McNutt et al., 2018 con bibliografia]. Ciò ha agevolato il posizionamento dei *landmark* per la misurazione della realtà icnologiche umane, ancora sotto studio, nei casi in cui il margine di interpretatività delle misure correva il rischio di essere troppo ampio. Partendo, infatti, dai punti che rimangono quasi sempre impressi (il tallone, la testa del primo metatarso e l'estremità dell'alluce) è relativamente più semplice, conoscendo l'anatomia dei vari piedi, procedere al posizionamento degli altri *landmark*, e ridurre, così, sensibilmente, il margine di errore nelle misure. Nel caso delle "Ciampate del diavolo", nelle orme meglio conservate, sono evidentissimi e obiettivamente misurabili il punto più distale dell'alluce (spesso delimitato da un bordo di espulsione) e della testa del primo metatarso. Rimaneva un po' rischioso posizionare il *landmark* del margine più prossimale del tallone non perché non fosse evidente l'area di "heel-strike", ma perché ogni livello di cedimento del fondo poteva sembrare accettabile e compatibile con i "range" antropometrici disponibili. Fortunatamente, i recenti e cospicui ritrovamenti di ossa di piedi in due siti praticamente coevi a quelli del Roccamonfina, cioè quello della Sima de Los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spagna, datato a circa 430 ka) [Parés et al., 2000; Pablos et al., 2012, 2013a;b, 2014, 2017; Pablos, 2015] e quello di Jinniushan (Provincia di Liaoning, Cina, datato ad almeno 200 ka) [Lu et al., 2012], hanno consentito di delineare così bene la forma del piede di ominini riferibili a *taxa* mediopleistocenici, da ridurre praticamente al minimo il suddetto margine di interpretatività e di ridurre a pochi millimetri l'intervallo di confidenza di dati antropometrici di estrema importanza per le stime statistiche, come – ad esempio – la lunghezza del piede intesa come semplice distanza rettilinea fra il punto più prossimale dell'orma e quello più distale.

In particolare, la straordinaria quantità di ossa di piedi, ritrovate nelle Sima de Los Huesos (oltre 500) [Pablos et al., 2012, 2013a;b, 2014, 2017; Pablos, 2015; McNutt et al., 2018], consente di sapere che il piede degli ominini, che frequentavano il sito spagnolo nel medio Pleistocene, aveva praticamente la stessa struttura morfologica del piede dell'uomo moderno, anche se con alcune sottili, ma importanti differenze. Ellison J. McNutt e i componenti del suo *team*, in un recentissimo contributo pubblicato sulla rivista *Evolutionary Anthropology*, riassumono così tali differenze: «I tali hanno il collo corto, testa stretta e troclea più rettangolare. Il calcagno è praticamente simile a quello umano con una lunga e robusta tuberosità posteriore. Tuttavia il *Sustentaculum Tali* è più sporgente di quello che si trova nell'uomo moderno o nei Neandertal. I naviculari della Sima sono relativamente ampi e il cuneiforme intermedio corto, se paragonato a quello di umani e Neandertal» [Traduzione di Adolfo Panarello da McNutt et al., 2018].

Queste caratteristiche anatomiche, com'è facilmente intuibile, potrebbero contribuire – nelle orme – a un possibile allargamento della zona del retropiede e della parte più prossimale del mesopiede mediale, proprio in corrispondenza dell'arco longitudinale. Questa caratteristica morfologica è comune praticamente a tutte le orme di Foresta, cosiddette "Ciampate del

diavolo". Oltre alla risposta del fondo plastico e alla sostanziale alterazione morfologica di piedi abituati a una deambulazione scalza, vi è, dunque, molto probabilmente, un preciso quadro anatomico alla base della forma allargata e poco sollevata medialmente delle orme di Foresta. Ricerche future potranno confermare o smentire questa evenienza e dare un aiuto decisivo nella precisa identificazione della specie di ominini a cui appartennero i *trackmakers* di Foresta.

Bibliografia

- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Bates G.H. (1950). *Track Making by Man and Domestic Animals*. *The Journal of Animal Ecology*, 19 (1): 21-28.
- Bennett M.R., Morse S.A (2014). *Human Footprints: Fossilised Locomotion?* Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer
- D'Août K., Aerts P. (2008). *The evolutionary history of the human foot*. In D'Août K., Lescrenier K., B. Van Gheluwe, De Clercq D. (eds.), *Advances in Plantar Pressure Measurements in Clinical and Scientific Research*. Maastricht: Shaker Publishing B.V.: 44-68.
- Holowka N.B., Lieberman D.E. (2018). *Rethinking the evolution of the human foot: insights from experimental research*. *Journal of Experimental Biology*, 221, jeb174425: 1:12. DOI:10.1242/jeb.174425
- Kim J.Y., Kim K.S., Lockley M.G., Matthews N. (2008). *Hominid Ichnotaxonomy: An Exploration of a Neglected Discipline*. *Ichnos*, 15:126-139.
- Klenerman L., Wood B. (2006). *The Human Foot. A Companion to Clinical Studies*. London: Springer.
- Lu Z., Meldrum D.J., Huang Y. (2012). *The Jinniushan hominin pedal skeleton from the late Middle Pleistocene of China*. *Homo*, 62: 389-401. DOI:10.1016/j.jchb.2011.08.008
- McNutt E.J., Zipfel B., DeSilva J.M. (2018). *The evolution of the human foot*. *Evolutionary Anthropology*: 1-21. DOI:10.1002/evan.21713
- Meredith H.V. (1944). *Human Foot Length from Embryo to Adult*. *Human Biology*, 16 (4): 207-282.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Pablos A. (2015). *The foot in the Homo fossil record*. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 24: 11-28.
- Pablos A., Gómez-Olivencia A., García-Pérez A., Martínez I., Lorenzo C., Arsuaga J.L. (2013a). *From toe to head: Use of robust regression methods in stature estimation based on foot remains*. *Forensic Science International*, 226: 299.e1-299.e7. DOI:10.1016/j.forsciint.2013.01.009
- Pablos A., Martínez I., Lorenzo C., Gracia A., Sala N., Arsuaga J.L. (2013b). *Human talus bones from the Middle Pleistocene site of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 65: 79-92. DOI:10.1016/j.jhevol.2013.04.004
- Pablos A., Martínez I., Lorenzo C., Sala N., Gracia-Téllez A., Arsuaga J.L. (2014). *Human calcanei from the Middle Pleistocene site of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 76: 63-76. DOI:10.1016/j.jhevol.2014.05.005
- Pablos A., Pantoja-Pérez A., Martínez I., Lorenzo C., Arsuaga J.L. (2017). *Metric and morphological analysis of the foot in the Middle Pleistocene sample of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Quaternary International*, 433 (A): 103-113.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants Meet Humans Along the Devil's Path? A Preliminary Report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14/06/2018): 83-87.

- Panarello A. (2016a). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di dottorato di ricerca in "Storia, Letteratura e Territorio", Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute - Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.
- Panarello A. (2016b). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2020). *A Snapshot on the Everyday Life of a Middle Pleistocene Hominin: The Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora-Piccilli, Caserta, central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI:10.4436/JASS.98013.
- Panarello A. (questo volume). *Rilevare, analizzare e interpretare le orme umane fossili*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 107-122.
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022a). *Il dataset dimensionale completo delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S1: 1-38, <https://doi.org/10.13127/misc/64/S1>
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022b). *Costruzioni geometriche per la creazione del dataset dimensionale completo delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S2: 1-46, <https://doi.org/10.13127/misc/64/S2>.
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022c). *Atlante visuale delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S3: 1-232 <https://doi.org/10.13127/misc/64/S3>
- Panarello A., Mietto P. (2017). *Can it be an actual human fossil footprint? The "Combined Method" helps to give an answer*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 105-123.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (2018). *The devil's touch: a first dataset from what could be the oldest human handprint ever found (Central-Southern Italy)*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (1): 37-47.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (questo volume). *Il tocco del "diavolo": un'istantanea fotografica sulla preistoria*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 165-176.
- Panarello A., Mietto P., Santello L., Belvedere M. (2017a). *Anthropic artefacts and donkey horseshoe traces looking like human footprints: a case study from the Roccamonfina volcano (Central Italy) with implication for human ichnology*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 56 (2): 277-288.
- Panarello A. e Mietto P. (questo volume). *Il sentiero più antico del mondo*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 177-194.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017b). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinaro G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456. DOI:10.1002/jqs3186.
- Panarello A., Santello L., Belvedere M. & Mietto P. (2017c). *Is It Human? Discriminating between Real Tracks and Track-Like Structures*. *Ichnos*, 25(1): 66-75; DOI:10.1080/10420940.2017.1337010
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M. R., Mietto P. (2017d). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Parés J.M., Pérez-González A., Weil A.B., Arsuaga J.L. (2000). *On the Age of the Hominid Fossils at the Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca, Spain: Paleomagnetic Evidence*. *American Journal of Physical Anthropology*, 111: 451-461.
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *Tetrapod ichnology in Italy: the state of*

- the art*. Journal of Mediterranean Earth Sciences, 12: 193-212 (Special Issue, Cifton P., Romano M. (Eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*). DOI:10.3304/jmes.2020.16872
- Robbins L.M. (1985). *Footprints. Collection, Analysis, and Interpretation*. Springfield (Illinois): Charles C. Thomas Publisher.
- Rolian C., Lieberman D.E., Hamill J., Scott J.W., Werbel W. (2009). *Walking, running and the evolution of short toes in humans*. The Journal of Experimental Biology, 212: 713-721. DOI:10.1242/jeb.019885
- Saborit G., Mondanaro A., Melchionna M., Serio C., Carotenuto F., Tavani S., Modafferi M., Panarello A., Mietto P., Raia P., Casinos A. (2019). *A Dynamic Analysis of Middle Pleistocene human walking gait adjustment and control*. Italian Journal of Geosciences, DOI:10.3301/IJG.2019.03
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di dottorato di ricerca in "Scienze della Terra", Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova.
- Scaillet S., Vita-Scaillet G., Guillou H. (2008). *Oldest human footprints dated by Ar/Ar*. Earth and Planetary Science Letters, 275 (3-4): 320-325.
- Susman R.L. (1983). *Evolution of the human foot: evidence from Plio-Pleistocene hominids*. Foot Ankle, 3: 365-676.
- Tuttle R., Webb D., Weidl E. and Baksh M. (1990). *Further Progress on the Laetoli Trails*. Journal of Archaeological Science, 17: 347-362.
- Tuttle R., Webb D.M., Baksh M. (1991). *Laetoli Toes and Australopithecus afarensis*. Human Evolution, 6 (3): 193-200.

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Francesca DI STEFANO, Rossella CELI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Progetto grafico e impaginazione

Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

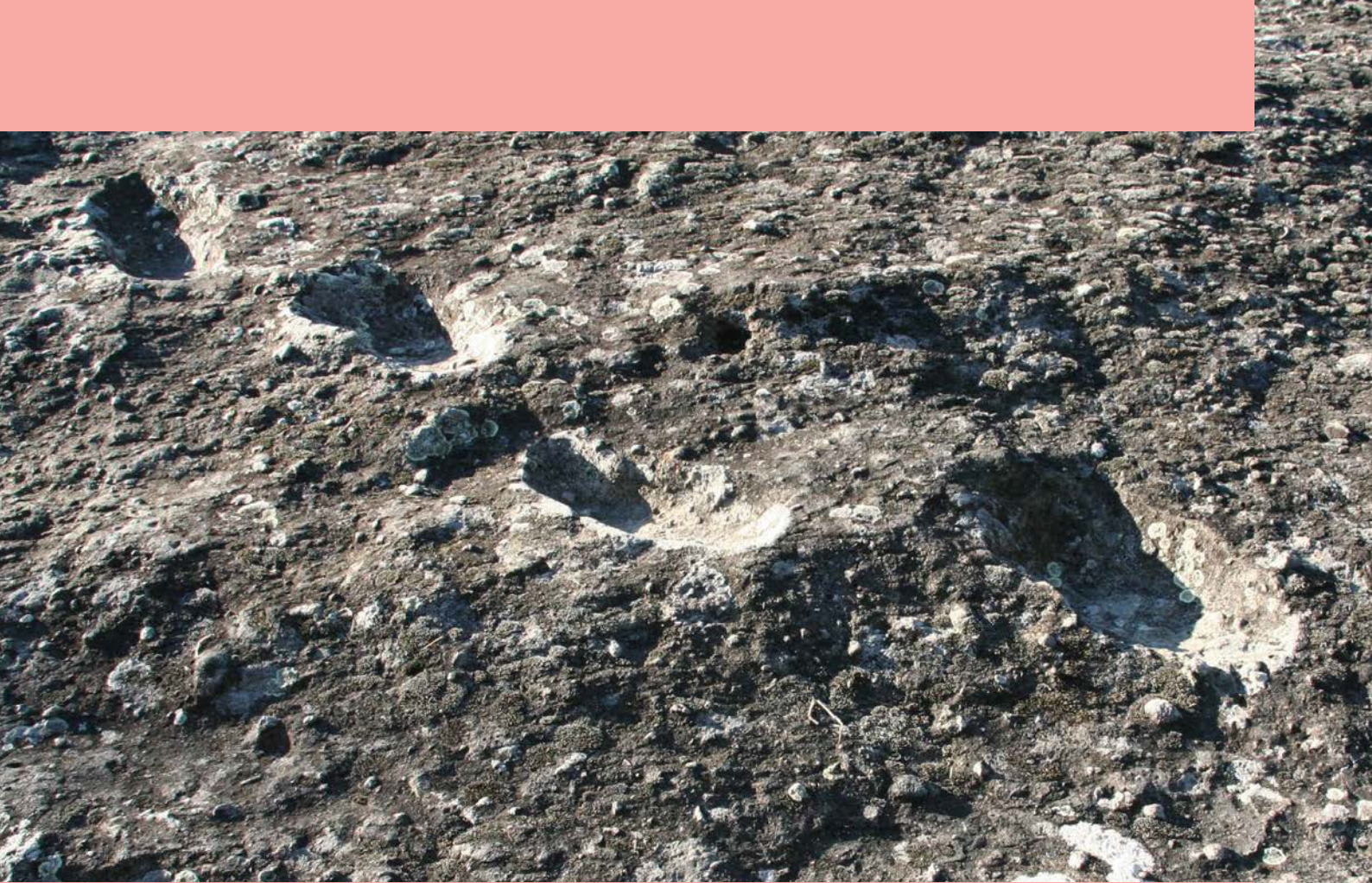
©2022

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
tel. +39 06518601

www.ingv.it



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA