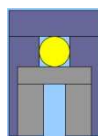


Osservatorio Astronomico di Genova
12 giugno 2021

23° Seminario di Archeoastronomia



Edizioni



ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

Prima edizione 2021

© 2021 - Edizioni ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici,
con sede in La Spezia, c/o Luna Editore, via XXIV maggio 223.

mail: alssa1@libero.it

sito Web: www.alssa.it

ISBN – 978-88-942451-6-5

Tutti i diritti di traduzione, riproduzione e adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo, sono riservati.

Curatore del presente volume è

Giuseppe Veneziano, via Cascinetta 1/3, Ceranesi (Genova), vene59@libero.it .

Con il patrocinio
dell'Osservatorio Astronomico di Genova – U.P.S.



Genova, 2020

Osservatorio Astronomico di Genova

Atti del
22° Seminario
di
Archeoastronomia

a cura di **Giuseppe Veneziano**

© 2020

Edizioni ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

In copertina: Fase di parzialità dell'eclisse totale di Sole dell' 11 agosto 1999 a Kapfenberg, Austria (G. Veneziano)



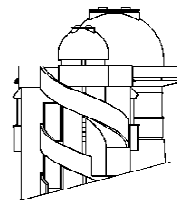
OSSERVATORIO ASTRONOMICO di GENOVA

www.oagenova.it info@oagenova.it

Università Popolare Sestrese

Piazzetta dell'Università Popolare 16154 GENOVA Italy

tel. (+39) 010 6043247



Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

23° Seminario di

A R C H E O A S T R O N O M I A

Genova, 12 giugno 2021

PROGRAMMA

sessione mattutina

- 9,45 Apertura del Seminario
- 9,50 **Prolusione - Resoconto delle attività A.L.S.S.A.**
Giuseppe Veneziano – Osservatorio Astronomico di Genova
- 10,00 **Impatto del clima sulla storia umana**
Elio Antonello – Società Italiana di Archeoastronomia, INAF Osservatorio Astronomico di Brera (Milano)
- 10,45 **Un millennio pagano. Attese escatologiche e portenti celesti nel III secolo d.C.**
Ettore Bianchi*, Mario Codebò*, Giuseppe Veneziano[#]
* Archeoastronomia Ligustica; [#] Osservatorio Astronomico di Genova
- 11,20 **Era Andromeda a celebrare il solstizio invernale nella Grotta di Tiberio a Sperlonga (Latina)?**
F. Flora*, F. Andreoli*, S. Bollanti*, M. De Franceschini[#], D. De Meis⁺, G.P. Gallerano*, P. Di Lazzaro*, L. Mezi*, D. Murra*, G. Veneziano[#] – * ENEA, Dip. Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare, Centro Ricerche di Frascati (Roma); [#] Osservatorio Astronomico di Genova; ⁺ Università Tor Vergata (Roma)
- 11,50 **“Figlia del Sole”: il Convertitore dei solstizi**
Anayansi Forlini – architetto
- 12,20 Pausa per il pranzo

sessione pomeridiana

- 15,20 **Primi risultati di Sunpass sul Survey-KIT**
F. Flora*, F. Andreoli*, S. Bollanti*, De Meis⁺, G.P. Gallerano*, P. Di Lazzaro*,
L. Mezi*, D. Murra*, L. Murra[#] – * ENEA, Dip. Fusione e Tecnologie per la
Sicurezza Nucleare, Centro Ricerche di Frascati (Roma); ⁺ Università Tor Vergata
(Roma); [#] Università La Sapienza (Roma)
- 16,00 **Archeoastronomia nel Mausoleo di Romolo (Villa di Massenzio, Roma)**
Marina De Franceschini – Archeologa
Giuseppe Veneziano – Osservatorio Astronomico di Genova
- 16,40 **Le stagioni dell'UV-B ed il COVID-19**
S. Bollanti, F. Flora, A. Torre – ENEA, Dip. Fusione e Tecnologie per la Sicurezza
Nucleare, Centro Ricerche di Frascati (Roma)
- 17,00 Chiusura del Seminario

Indice

Presentazione	p. 7
<i>Impatto del clima nella storia umana</i> Elio Antonello	p. 8
<i>Un millennio pagano. Attese escatologiche e portenti celesti nel III secolo d.C.</i> Ettore Bianchi, Mario Codebò, Giuseppe Veneziano	p. 15
<i>Era Andromeda a celebrare il solstizio invernale nella Grotta di Tiberio a Sperlonga?</i> F. Flora, F. Andreoli, S. Bollanti, M. De Franceschini, D. De Meis, G.P. Gallerano, P. Di Lazzaro, L. Mezi, D. Murra, G. Veneziano	p. 58
<i>“Figlia del Sole”: il Convertitore dei solstizi</i> Anayansi Forlini	p. 70
<i>Primi risultati di Sunpass sul Survey-KIT</i> F. Flora, F. Andreoli, S. Bollanti, D. De Meis, G.P. Gallerano, P. Di Lazzaro, L. Mezi, D. Murra, L. Murra	p. 83
<i>Archeoastronomia nel Mausoleo di Romolo (Villa di Massenzio), Roma</i> Marina De Franceschini, Giuseppe Veneziano	p. 98
<i>Le stagioni dell’UV-B ed il Covid-19</i> Sarah Bollanti, Francesco Flora, Amalia Torre	p. 115

Impatto del clima nella storia umana

Elio Antonello

*INAF-Osservatorio Astronomico di Brera
SIA-Società Italiana di Archeoastronomia
elio.antonello@inaf.it*

Riassunto

Nella breve nota si riassumono le precedenti rassegne dell'autore su clima e storia umana, e si riportano degli aggiornamenti, tra i quali alcuni riguardanti le discussioni in corso in ambito archeologico sul possibile contributo dell'archeologia allo studio dei grandi problemi globali attuali.

1. Introduzione

Il clima, attraverso i suoi effetti sull'ambiente, deve avere avuto una importanza significativa nella storia dell'uomo e delle sue società, cosa di cui si sono resi progressivamente conto antropologi, archeologi, e storici. Su questo, l'autore ha già scritto qualche lavoro (Antonello 2019, 2020). I convegni e le conferenze adesso offrono l'opportunità per aggiornamenti, correzioni e precisazioni. Lo scorso dicembre a Sassari era stata organizzata la nona edizione de *La Misura del Tempo*, ed era stata l'occasione per approfondire il proficuo legame tra astronomia e geologia su tempi scala di centinaia di milioni di anni. Più recentemente, il liceo scientifico A. Genoino di Cava dei Tirreni aveva organizzato un convegno dedicato all'impatto del clima sulle società umane, preceduto da un notevole lavoro di preparazione che aveva coinvolto docenti e studenti; anche in quel caso era stato presentato qualche aggiornamento. Oggi riassumeremo l'andamento del clima globale sul lungo periodo, e i possibili effetti sull'evoluzione umana e le sue società, e cercheremo infine di vedere l'apporto che l'archeologia potrebbe fornire nella discussione dei problemi globali che l'umanità sta affrontando.

2. Il clima e i parametri orbitali

Sul lunghissimo periodo il clima è regolato in particolare dall'attività geologica, con la produzione di anidride carbonica e il suo riciclo in rocce (*chemical weathering*) legati al vulcanismo. 60 milioni di anni fa l'anidride carbonica era dieci volte più di oggi, e c'era un clima caldo-umido generalizzato; infatti troviamo fossili di foreste tropicali in prossimità dei Poli (alle rispettive paleo-latitudini). Con la lentissima diminuzione di anidride carbonica, e quindi della temperatura, dapprima è ghiacciato l'Antartide e successivamente l'Artide. Durante gli ultimi milioni di anni, la temperatura media globale ha oscillato coi tempi-scala di origine astronomica (*orbital forcing*), fino ad arrivare alle glaciazioni, con brevi intervalli caldi (10-20 mila anni), seguiti da lunghi intervalli di raffreddamento di circa 100 mila anni che portano alle ere glaciali. L'ultimo intervallo caldo, Olocene, è quello della nostra civiltà umana, iniziato circa 11700 anni fa. È significativo come non ci siano plausibili teorie alternative a quella astronomica per spiegare i periodi osservati analizzando i *proxy* del clima, ma siamo ben lontani dall'aver capito in che modo il clima risponde alla sollecitazione astronomica.

I parametri orbitali che appaiono regolare il clima sul lungo periodo sono l'eccentricità (periodi di circa 400 mila e 100 mila anni), l'obliquità (circa 41 mila anni) e la precessione climatica (19 mila - 23 mila anni; combinazione del moto degli apsidi e della precessione astronomica). In pratica, la precessione climatica è la 'rotazione' delle stagioni: oggi la Terra è più vicina al Sole in autunno-inverno: stagione fredda nel nostro emisfero nord ma estiva in quello sud. Tra diecimila anni sarà più vicina al Sole in primavera-estate: l'estate sarà un po' più calda di oggi, e un po' più piovosa, ma non così tanto come è successo durante l'optimum climatico caldo-umido all'inizio dell'Olocene. Gli astronomi calcolano come varia nei millenni l'insolazione, cioè quanta energia solare raggiunge un punto sulla Terra; sono variazioni piccole, ma, sommandosi su migliaia di anni, hanno effetto sul clima. Per esempio, l'andamento dell'insolazione appare influenzare i monsoni, e anche l'Africa orientale, dove madre natura ha fatto i suoi esperimenti di evoluzione degli

ominidi, è soggetta al clima monsonico. La stratigrafia in Africa orientale mostra l'alternanza di clima umido durante i massimi di insolazione, e quindi prevalenza di ambiente foresta, e clima secco con poca pioggia durante i minimi di insolazione, e quindi ambiente in prevalenza savana. L'ultimo periodo caldo-umido è appunto l'optimum climatico del primo Olocene, quando è iniziata la storia della nostra civiltà; poi è cominciato un lento inaridimento, attualmente in corso.

3. Evoluzione umana

L'evoluzione dei mammiferi aveva avuto un forte impulso dopo l'estinzione dei dinosauri 66 milioni di anni fa. Quella degli ominidi è iniziata intorno a 7 milioni di anni fa, e per il successivo genere *Homo* si parla di circa 2,3 milioni di anni fa. La specie *Homo sapiens* compare circa trecentomila anni fa (preceduto dal *Neanderthal*). Non si può fare a meno di notare che *Homo sapiens* evolve durante i cicli delle glaciazioni; in un certo senso, non poteva capitare in un'epoca peggiore di questa. Secondo vari paleoantropologi, le oscillazioni climatiche avrebbero influito sull'evoluzione della nostra specie, e fu forse per poter superare le ere glaciali, e adattarsi all'ambiente, che madre natura avrebbe fornito all'*Homo sapiens* un cervello più grande e con più connessioni neuronali.

Più recentemente, per precisare la possibile relazione tra evoluzione umana e clima, studiata da diversi anni dal gruppo di R. Potts, questi autori (Potts et al. 2020) hanno analizzato la transizione in Africa Orientale da Acheuleano (utensili grossolani di pietra locale) a Paleolitico Medio (utensili diversificati, ossidiana, pigmenti), tra 500 e 300 ka fa, durante i grandi cambiamenti ambientali rilevati in un carotaggio (circa 1 milione – 100 mila anni fa). In questo caso, però, gli autori non trovano correlazioni tra i cambiamenti ambientali con i periodi orbitali che regolano il clima, e concludono: “By focusing on ecological resources rather than climate alone, our study suggests that a combination of geological, climatic, and ecological factors directly influenced fundamental shifts in hominin and faunal adaptations in the southern Kenya rift”.

La nostra specie *Homo sapiens*, nel corso dei nostri primi 250 mila anni, è uscita varie volte dall'Africa, ma senza lasciare molte tracce. L'uscita importante è avvenuta 50 mila anni fa, verso l'Asia, e verso l'Europa, durante la quale ci sono stati incroci con i *Neanderthal* e i *Denisovan*; e, durante l'ultima glaciazione, è passata dall'Asia in America. Nel Paleolitico superiore, 40 mila anni fa, i nostri antenati hanno vissuto di caccia, pesca, e raccolta, e sono stati molto creativi, non solo in Europa. I paleontologi dicono che questi nostri antenati avevano ormai le nostre stesse capacità intellettive. Ma, se la specie ha 300 mila anni, come mai troviamo espressioni artistiche complesse solo ora? E come mai per tutti i 30 mila anni circa del Paleolitico superiore i nostri antenati si sono limitati a questo? Infatti, è stato solo in un'epoca successiva che hanno dato inizio alla civiltà agricola. Sembra che l'ultima evoluzione della struttura neuronale del cervello sia avvenuta tra Paleolitico Medio e Superiore, e da qui deriverebbe la creatività mostrata nelle espressioni artistiche. Ma 40 mila anni fa, e per migliaia di anni, il clima era stato freddo e, in base a proxy quali i pollini, anche molto instabile. L'agricoltura ha bisogno di stagioni stabili, che si ripetono abbastanza bene anno dopo anno; e questo appare essere avvenuto solo dopo il disgelo. Secondo chi scrive, lo sviluppo della civiltà agricola, base di tutte le società evolute, è quindi

dipeso da un fattore culturale-evolutivo come suggeriscono gli esperti di preistoria, e soprattutto dal cambiamento del clima.

4. Evoluzione delle società

Come già ricordato, nel primo Olocene, per qualche millennio, ci fu una fase caldo-umida nell'emisfero Nord, abbastanza generalizzata, che è stata seguita da un progressivo inaridimento, e un indebolimento del monzone più marcato a latitudini intorno ai tropici. Per quanto riguarda in particolare l'Europa, in un articolo recente è stato quantificato effettivamente l'inaridimento degli ultimi millenni anche alle nostre latitudini (Büntgen et al. 2021).

Nel Sahara e in Arabia 10 mila anni fa c'erano fiumi e laghi: oggi è tutta roccia e sabbia. Il lago Ciad allora era molto esteso; l'ambiente era una savana, con qualche foresta, e lo dimostrano le espressioni artistiche preistoriche che troviamo in mezzo al deserto. Nel Levante e Vicino Oriente le popolazioni non erano più nomadi, ma raccoglitori che abitavano in villaggi: lavoravano quanto bastava raccogliendo cereali selvatici e cacciando qualche gazzella. Col tempo, però, c'è il progressivo inaridimento, con in più sovrapposti, ogni 1000 – 1500 anni, degli eventi di instabilità climatica e irregolarità del monzone che durano qualche decennio o secolo, a volte più forti, a volte meno forti. Qui ne verranno ricordati solo alcuni.

Intorno al 3900 a.C. circa (5900 BP) c'è un grosso evento di aridità, dopo il quale i deserti si espandono: il Sahara orientale viene abbandonato, e la popolazione si sposta verso l'unica zona umida rimasta, la valle del Nilo. Aumentando la popolazione, diventa necessaria una qualche organizzazione statale, e quindi si sviluppa la civiltà egizia. Nello stesso periodo in Mesopotamia si passa dai molti villaggi sparsi alle città stato e alla civiltà sumerica. Verso il 2350 a.C. circa (4350 BP) Sargon è re di Akkad, e Akkad è ricordata come un impero, ma dura meno di due secoli. Nella Mesopotamia settentrionale, dove non si usava l'irrigazione, gli archeologi trovano indicazioni di una grande siccità per questa epoca. La popolazione aveva abbandonato tali siti e si era riversata verso Sud: l'impero di Akkad non è riuscito a far fronte a questa catastrofe (oggi la chiameremmo climatica e umanitaria), e decade. Alcuni archeologi pensano sia stata proprio l'aridità progressiva a costringere la società mesopotamica a organizzarsi prima in un impero, e poi a farlo crollare perché ciò non era stato sufficiente. L'instabilità climatica si manifesta invece con inondazioni in Cina, per cui sia la siccità sia le inondazioni estreme hanno caratterizzato questo periodo, creando difficoltà per tutte le grandi civiltà agricole dell'epoca. Un suggerimento recente di Groucutt (2021) riguarda la fine apparentemente improvvisa del 'Periodo dei Templi' in Malta. Circa 5800 anni fa, in poche centinaia di anni vennero costruiti templi spettacolari, che sono tra le costruzioni più vecchie al mondo. Questa cultura ebbe termine tra circa 4400 e 4200 BP, e fu seguita dalle società dell'Età del Bronzo, radicalmente differente. In effetti, su Malta anche lavori paleoclimatici precedenti avevano concluso che: "Cereal-based agriculture seems to have persisted until 4300 cal. BP, close to the end of the last phase of the Temple Period. At that point it would appear that arable agriculture declined dramatically" (Carroll et al. 2012).

Ci sono invece opinioni molto differenti sulla grande crisi avvenuta nel Mediterraneo alla fine dell'Età del Bronzo (circa 1200 a.C.), e cioè se essa sia legata o no a instabilità climatica. Secondo Weninger et al. (2009) ci sono così tante evidenze di guerre e distruzioni "that we have no need for climate deterioration, on top of all this, to further complicate our understanding of these complex processes". Comunque ci sono state siccità, e inondazioni in Cina, come durante l'evento precedente.

Un altro periodo difficile è quello intorno al VI-VII secolo dopo Cristo (piccola era glaciale della tarda antichità). Büntgen et al. (2016) affermano che il peggioramento del clima avrebbe contribuito al diffondersi della peste di Giustiniano, alla trasformazione dell'Impero Romano d'Oriente, al collasso dell'Impero Sasanide in Persia, alle migrazioni e alla dispersione delle popolazioni slave, e alle sollevazioni in Cina. Per l'origine del peggioramento si parla di una concomitanza di eruzioni vulcaniche, con freddo e inondazioni. Certamente le eruzioni vulcaniche forti provocano la salita nella stratosfera di polveri e cenere, che riducono la radiazione solare; però sono effetti della durata di pochi anni. In questo caso ci dovrebbero essere state, allora, più eruzioni in successione.

Sulla piccola era glaciale recente, nei secoli intorno al 1600, ci sono studi storici e cronache dell'epoca, tra cui analisi di osservazioni meteorologiche dettagliate fatte già con metodo scientifico da Louis Morin a Parigi, all'epoca del Minimo di Maunder (Pliemon et al. 2021). La conclusione è che la seconda metà del Seicento è stata caratterizzata da inverni freddi ed estati moderate, e con minor frequenza di nubi da occidente in inverno. Poiché nei nostri inverni si alternano la bassa pressione, che fa arrivare le correnti atlantiche da ovest portando pioggia o neve, e l'alta pressione con aria molto fredda da nord-est, avrebbe presumibilmente prevalso il gelo dell'alta pressione.

5. Sole e vulcani

Le macchie solari hanno un ciclo undecennale legato all'oscillazione del campo magnetico solare; a volte sono tante, a volte meno, ma nei decenni intorno al 1650, col Minimo di Maunder, proprio non se ne sono osservate. Quando il Sole è molto attivo, ha molte macchie scure ma anche molte facole, per cui risulta leggermente più luminoso. Come altri ricercatori, anch'io sospetto che forse il clima era stato freddo perché per molti anni il Sole non era stato attivo, e quindi era stato leggermente meno luminoso. Un altro periodo con relativamente poche macchie è il Minimo di Dalton di inizio Ottocento, e osservazioni meteorologiche fatte anche all'Osservatorio di Brera sembrano suggerire in effetti una corrispondente leggera diminuzione della temperatura.

I dati di Brera sono interessanti perché mostrano anche l'effetto di alcune forti eruzioni vulcaniche, come quella del Tambora (Indonesia) avvenuta alla fine delle guerre napoleoniche: il 1816 è ricordato come l'anno senza estate. Per chi volesse approfondire il tema dei vulcani, si segnalano discussioni recenti sui problemi sociali seguiti all'uccisione di Giulio Cesare nel 44 a.C., che sono stati collegati al peggioramento del clima a seguito di eruzioni, probabilmente quella molto forte dell'Okmok in Alaska nel 43 a.C. Gli autori, McConnell et al. (2020), però sono stati criticati dagli storici, per il motivo (ricorrente in questi confronti tra discipline diverse) che i non-storici tendono a pensare in termini troppo diretti di causa-effetto, mentre la realtà sociale è molto più complessa: "Overall, a

superficial correlation between climatic and social events cannot substantiate the purported effects. Butzer's critique of the 'continuing failure to appreciate the complexity of [human-nature] interrelationships,' therefore, still appears topical" (Strunz, Braeckel 2020).

6. Oggi

Oggi abbiamo l'aumento inarrestabile dei gas serra che hanno raggiunto valori innaturali, con riscaldamento progressivo e instabilità climatiche caratterizzate da eventi estremi. Rispondere alla domanda su cosa riserva il futuro è difficile. Di certo, sono coinvolte miliardi di persone; per esempio, non è un caso che diversi ricercatori cinesi e indiani siano tra i più preoccupati, perché sono generalmente convinti che l'indebolimento del monzone durante le instabilità secolari, ricordate sopra, dipenda dall'attività solare.

La costruzione di modelli climatici che diano risultati credibili appare molto complessa, e anche l'autore pensa sia necessario il contributo degli umanisti a questa costruzione. Per esempio, Haldon et al. (2018) hanno rimarcato l'importanza della collaborazione tra storia e paleoscienze, per studiare in modo efficace la risposta delle società umane ai cambiamenti climatici, in vista di come affrontare i problemi del XXI secolo. Barnes et al. (2013) hanno proposto di contribuire con l'antropologia, e a questa l'autore aggiungerebbe anche l'archeologia. In effetti, molto recentemente sono stati pubblicati articoli dove sono messi bene in rilievo i possibili contributi dell'archeologia ai programmi di ricerca interdisciplinare dedicati a valutare le sfide ambientali e sociali attuali, e fornire soluzioni per il futuro. Secondo Rick e Sandweiss (2020) il passato è un esperimento multimillenario nell'ecodinamica umana, e l'archeologia, insieme alle altre discipline, può ricavare indicazioni da quell'esperimento utili per il nostro futuro; nello stesso numero della rivista *PNAS*, a questo articolo erano stati aggiunti quelli di altri autori con un tenore analogo. Infine, nel numero di agosto 2021, la rivista *Antiquity* ha pubblicato un dibattito a più voci su questi stessi argomenti, sollecitato da un intervento di Smith (2021), che lamentava come: "Archaeologists are increasingly publishing articles proclaiming the relevance of our field for contemporary global challenges, yet our research has little impact on other disciplines or on policy-making". Il problema è la necessità che gli archeologi offrano dati quantitativi per questi scopi, e non solo limitarsi a ripetere che anche il loro lavoro è importante; ma la cosa non sembra essere recepita in modo sufficiente dalla loro comunità.

Le discipline umanistiche, basandosi sulla storia passata, possono quindi dare un contributo sostanziale agli studi riguardanti l'impatto del clima futuro e su quali provvedimenti prendere. Certamente il compito in questo campo, sia per le scienze naturali sia per le umanistiche, è immane, ma, secondo l'autore, non c'è scelta. L'alternativa è quella di continuare ciascuno a coltivare il proprio orticello disciplinare, cercando qualche possibilità di carriera o qualche soddisfazione personale, senza preoccuparsi di cosa si troveranno ad affrontare i nostri nipoti e pronipoti.

Bibliografia

Antonello E. 2019, *Astronomia, paleoclimatologia ed evoluzione umana*, Atti XVI Convegno SIA, p. 3.

Antonello E. 2020, *Astronomia, paleoclimatologia, evoluzione umana e delle società umane*, Aracne editrice.

Barnes J. et al. 2013, *Contribution of anthropology to the study of climate change*, Nature Climate Change, 3, June 2013, DOI:10.1038/NCLIMATE1775.

Büntgen U. et al. 2016, *Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD*, Nature Geoscience, DOI: 10.1038/NGEO2652

Büntgen U. et al. 2021, *Recent European drought extremes beyond Common Era background variability*, Nature Geoscience 14, 190.

Carroll F.A. et al. 2012, *Holocene climate change, vegetation history and human impact in the Central Mediterranean: evidence from the Maltese Islands*, Quaternary Science Reviews 52, 24.

Groucutt H.S. 2021, *The 4.2 ka event and the end of the 'Temple Period' in Malta*, EGU General Assembly 2021, EGU21-10760 (April 2021).

Haldon J. et al. 2018, *History meets palaeoscience: Consilience and collaboration in studying past societal responses to environmental change*, PNAS, 115, 3210.

McConnell J.R. et al. 2020, *Extreme climate after massive eruption of Alaska's Okmok volcano in 43 BCE and effects on the late Roman Republic and Ptolemaic Kingdom*, PNAS, 117, 15443.

Pliemon T. et al. 2021, *Analysis of Subdaily Meteorological Measurements by Louis Morin in the Late Maunder Minimum 1665 – 1709 in Paris*, EGU General Assembly 2021, EGU21-11953 (April 2021).

Potts R. et al. 2020, *Increased ecological resource variability during a critical transition in hominin evolution*, Science Advances, 6, eabc8975.

Rick T.C., Sandweiss D.H. 2020, *Archaeology, climate, and global change in the Age of Humans*, PNAS, vol. 117, 8150.

Smith M. 2021, *Why archaeology's relevance to global challenges has not been recognised*, Antiquity, 95(382), 1061-1069. doi:10.15184/aqy.2021.42.

Strunz S., Braeckel O. 2020, *Did volcano eruptions alter the trajectories of the Roman Republic and the Ptolemaic Kingdom? Moving beyond black-box determinism*, PNAS, 117, 32207.

Weninger B. et al. 2009, *The Impact of Rapid Climate Change on prehistoric societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean*, Documenta Praehistorica, 36, 7; DOI: 10.4312/dp.36.2.

Atti del 23° Seminario di Archeoastronomia

Genova, 12 giugno 2021

© 2021 - Edizioni ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici,
con sede in La Spezia, c/o Luna Editore, via XXIV maggio 223.

mail: alssa1@libero.it

sito Web: www.alssa.it

ISBN – 978-88-942451-6-5

Tutti i diritti di traduzione, riproduzione e adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo, sono riservati.

Curatore del presente volume è

Giuseppe Veneziano, via Cascinetta 1/3, Ceranesi (Genova), vene59@libero.it .

Finito di stampare nel novembre 2021