



# Diecimila anni di cambiamenti climatici e ambientali del Fezzan libico

In un succedersi di fasi aride e piovose il deserto si è alternato a fiumi, laghi e lussureggianti savane, dando luogo a profonde ripercussioni sul popolamento umano della regione

MAURO CREMASCHI

**L**A TORRIDA ESTATE DELLO SCORSO ANNO ha dato la concreta percezione che il clima cambia davvero e, fatto più inatteso, può cambiare in intervalli di tempo molto brevi percepibili nell'arco di una generazione. Le possibili conseguenze del cambiamento climatico sono divulgate con insistenza dai mezzi di comunicazione di massa: se continuasse lo scioglimento dei ghiacci in atto, il conseguente innalzamento delle linee di costa sommergerebbe importanti città costiere. Al contrario, un'oscillazione fredda renderebbe improduttive vaste aree alle alte latitudini, ma provocherebbe anche una estensione dei deserti tropicali, con gravi conseguenze sia per le popolazioni locali sia a livello globale.

Per poter prevedere la direzione che il mutamento climatico prenderà in futuro è importante comprenderne i meccanismi, confrontando le condizioni climatiche attuali con quelle del recente passato, attingendo le informazioni dagli archivi naturali. Ma è anche importante studiare, mediante la geoarcheologia, come in passato le civiltà e le culture umane abbiano reagito o si siano adattate alle incertezze del clima.

I deserti della fascia tropicale e principalmente il Sahara centrale sono di grande interesse per questi problemi. L'area infatti è stata teatro del più importante cambiamento ambientale avvenuto negli ultimi 10.000 anni. Con la fine del Pleistocene, circa 10.000 anni fa, i deserti sono stati rimpiazzati da lussureggianti savane densamente popolate da cacciatori prima e pastori poi. Le condizioni aride tuttavia riguadagnarono rapidamente il terreno perduto, e con esse si dovettero confrontare le comunità umane che nel breve volgere di poche generazioni videro esaurirsi le risorse dei territori in cui erano radicate stabilmente. Il Fezzan sud-occidentale è certamente un'area privilegiata poiché, a una complessa articolazione del paesaggio che conserva nelle forme, nei suoli e nei sedimenti le tracce geologiche dei mutamenti climatici, fa riscontro un patrimonio archeologico tra i più ricchi al mondo.

Le montagne innanzi tutto: il Tadrart Acacus è un massiccio montuoso formato da arenarie paleozoiche e solcato da un reticolo idrografico formatosi in età terziaria, quando l'area ancora si trovava a ben più basse latitudini e godeva di un'elevatissima disponibilità idrica. È in questa fase che si sono formate numerose cavità, successivamente poste in luce dall'erosione. Come a ogni altra latitudine le grotte agiscono come trappole sedimentarie e tendono a conservare quanto vi si accumula. Così in molte grotte e cavità dell'Acacus sono conservati depositi che documentano a un tempo gli ambienti che si sono succeduti negli ulti-



STRATIGRAFIA

## La vernice del deserto

I massicci montuosi del Sahara centrale hanno un colore nero, ferrigno, che rende il paesaggio montano talora cupo e opprimente. Il colore non è dato dalla roccia locale, un'arenaria quarzosa, che a frattura fresca ha calde tonalità rosse e giallo oro, ma è dovuto a una sottilissima patina, chiamata vernice del deserto. Essa si sviluppa soltanto sulle superfici che possono essere bagnate dalla pioggia – oggi ben rara nella regione – a indicare che l'acqua è stato un elemento essenziale nella sua formazione. Manca invece nei distacchi delle frane recenti e sulle rocce battute dal vento: la patina non si forma oggi, è perciò fossile e deve essere attribuita a un ambiente diverso dall'attuale. Osservata al microscopio, la vernice risulta formata da tre strati sovrapposti, riconducibili ad ambienti differenti. Lo strato inferiore deriva dall'alterazione della roccia in presenza di abbondante acqua. Le analisi chimiche hanno evidenziato una forte concentrazione di fosfati determinata forse dal guano di uccelli nidificanti sulle pareti rocciose. Lo strato successivo, la vernice del deserto vera e propria, è costituita da ossidi di manganese laminati. Oggi si pensa che sia di origine biologica, cioè formata da batteri che hanno fissato, concentrandolo sensibilmente, il manganese presente nell'ambiente. Questi batteri hanno una ecologia esigente: non sopravvivono negli ambienti troppo umidi poiché sono predati da organismi più complessi, ma neppure in ambienti troppo aridi, poiché le polveri alcaline, di questi caratteristiche, ne provocano la rapida estinzione.

Lo strato più superficiale invece è costituito da polvere di quarzo e di argilla caratteristici dell'attuale clima iperarido. La microstratigrafia della vernice del deserto ripercorre quindi la traiettoria climatica evidenziata sul piano geologico più generale. Lo strato inferiore si è formato nella fase umida che inizia nell'area al principio dell'Olocene e va progressivamente rallentando a partire da 8.000 anni fa.

Più difficile è comprendere l'età dello strato manganesifero, poiché non è stato ancora possibile datarlo con il radiocarbonio. Sappiamo la sua età grazie al confronto fra patine e monumenti archeologici di età nota. Nel Messak Sattafet essa si forma attorno a 5.000 anni fa, al momento in cui l'intera area si aridifica. La vernice del deserto costituisce il velo nero di cui il paesaggio si ammanta all'estinguersi della rigogliosa biomassa che lo aveva ricoperto durante il periodo umido olocenico.

Vi è un rapporto significativo fra vernice del deserto e arte rupestre: le più antiche figure dei grandi animali della savana hanno i solchi corrosi, ricoperti da una spessa patina nera, la stessa che ricopre la superficie non incisa della roccia. Quelle pastorali antiche, pur avendo il solco perfettamente conservato, sono anch'esse totalmente patinate. Al contrario, le figure del pastorale recente, del cavallo e del cammello, tagliano la vernice del deserto che non si è più riformata nel loro solco. La vernice del deserto separa quindi l'arte rupestre in due gruppi cronologicamente e ambientalmente distinti. Quello antico inizia a essere prodotto a partire dai più remoti millenni dell'Olocene umido. I graffiti del Pastorale recente invece si collocano successivamente alla crisi climatica di 5.000 anni fa. Questi dapprima propongono una sintassi figurativa ereditata da momenti climaticamente più favorevoli; poi con l'età garumantica e successiva i temi riflettono storie e icone relative alle vie carovaniere e quindi uno scenario completamente desertico.

mi millenni e le comunità che in tali ambienti hanno vissuto.

Diverse grotte e ripari conservano depositi travertinosi in forma di stalattiti e stalagmiti: si tratta di un fenomeno sorprendente non solo perché i carbonati sono assenti dalle rocce dell'Acacus – che sono composte da granuli di quarzo cementati da quarzo – ma soprattutto perché i travertini per formarsi richiesero molta acqua di cui il massiccio montuoso è oggi quasi completamente privo. Datazioni radiometriche e analisi isotopiche indicano che i travertini si formarono tra i 14.000 ed i 10.000 anni fa a causa delle intense piogge sospinte in pieno Sahara dal monzone di Sud Ovest e segnano l'inizio del periodo umido sahariano.

Gruppi di cacciatori e raccoglitori raggiunsero il massiccio dell'Acacus alcuni millenni dopo l'inizio delle grandi piogge. I resti dei loro accampamenti sono stati riconosciuti in alcune grotte (Uan Afuda, Uan Tabu e altre) e sono costituiti oltre che da resti di focolari e manufatti, da una grande quantità di resti vegetali, fra cui soprattutto steli di erbe selvatiche raccolte nei dintorni e accumulate intenzionalmente in grotta, frammiste a sterco di pecore e capre. Al di là del significato archeologico di questi riempimenti, che sono interpretati come un precoce tentativo di rinchiudere in uno spazio confinato, alimentare e quindi addomesticare una capra selvatica esistente in luogo (*Ammotragus lervia*), resta il significato paleoambientale, poiché le specie vegetali in esse conservate indicano savane arboree ricche d'acqua. L'abitudine di utilizzare grotte e ripari come stalla per gli animali e casa per gli uomini diventa generalizzata nel successivo periodo pastorale: il loro suolo è ricoperto da uno spesso strato di stallatico perfettamente conservato e le loro pareti ospitano spesso dipinti che rappresentano mandrie di buoi e scene della vita pastorale. Sulla volta delle cavità, lungo diedri, fessure e altri ardui passaggi, si osservano spesso allineamenti di fori artificiali posti a distanza regolare. Anch'essi risalgono al periodo pastorale e indicano vie di arrampicata percorse per raggiungere nidi sospesi dal suolo decine di metri o forse anche favi.

I depositi pastorali registrano nell'intervallo di tempo della loro formazione – che va 7.000 a 4.000 anni dal presente – una sensibile variazione climatica. In quelli più antichi vi è materia organica umificata e concrezioni di gesso, a indicare la presenza di una certa umidità nell'ambiente, tale da consentire processi di alterazione di migrazione di soluti. Negli strati più alti lo sterco di capre e pecore, laminato per il calpestio, è perfettamente conservato a causa dello stabilirsi di un clima arido che ha impedito ogni processo di degradazione della sostanza organica. Significativi cambiamenti ambientali, quali la formazione della vernice del deserto (vedi box) e la riattivazione dei versanti,



CORTESA - ARCHIVIO MISSIONE ITALIANA

In apertura, tracce geologiche di un antico lago tra le dune di Murzuq. Sopra, I ripari del Tadrart Acacus, sequenze stratigrafiche ricche di informazioni paleoclimatiche ed arte rupestre.

risultante in un sistematico crollo di pareti e volte di grotte, documentano a 5.000 anni radiocarbonici da oggi un drammatico quanto rapido disseccamento che porta all'abbandono di gran parte dei ripari della regione montuosa.

Le dune dell'erg Uan Kasa sono state frequentate assiduamente dalle stesse popolazioni preistoriche dell'Acacus: più di 800 siti archeologici di età mesolitica e pastorale sono stati scoperti nelle ricerche degli ultimi anni. La ragione di una presenza archeologica tanto ricca risiede nel comportamento delle dune al momento dell'arrivo delle piogge monsoniche. Esse hanno agito come grandi spugne assorbendo l'acqua meteorica e distribuendola alla loro base lungo gli ampi corridoi che separano i cordoni dunari, formando piccoli specchi lacustri e paludi. Questi sono testimoniati da una varietà di depositi e suoli tipici di acque ferme e condizioni idromorfe, contenenti molto spesso gusci di gasteropodi di acque dolci. Le sponde dei laghi sono testimoniate da suoli organici e torbe talo-

ra contenenti i resti dei grandi animali della savana: rinoceronti, elefanti, ippopotami, ma anche coccodrilli e grossi pesci.

I siti archeologici si dispongono sistematicamente al margine degli antichi laghi, a testimoniare che essi erano la principale attrattiva per le antiche popolazioni. I siti tardopaleolitici e mesolitici si trovano in genere sul fondo dei bacini, sepolti dai depositi lacustri, mentre i siti di età pastorale costeggiano le linee di riva. Questi hanno un'estensione di molte centinaia di metri e sono costituiti da un tappeto di pietre appositamente trasportate sul luogo, tra cui si distinguono macine e macinelli. Vi sono poi pozzetti, antichi focolari e pozzi magazzino che racchiudono talora vasi interi, fauna – bovini principalmente – e macine accuratamente riposte. Il contesto archeologico e la provenienza dei materiali usati per confezionare gli strumenti in pietra connette i siti perilacustri a quelli nelle grotte della montagna: entrambi erano i poli, frequentati su base stagionale di una pastorizia trans-

CORTESIA ARCHIVIO MISSIONE ITALIANA



I corridoi interdunari dell'Edeyen di Murzuq, sul fondo depositi lacustri Olocenici e Pleistocenici.

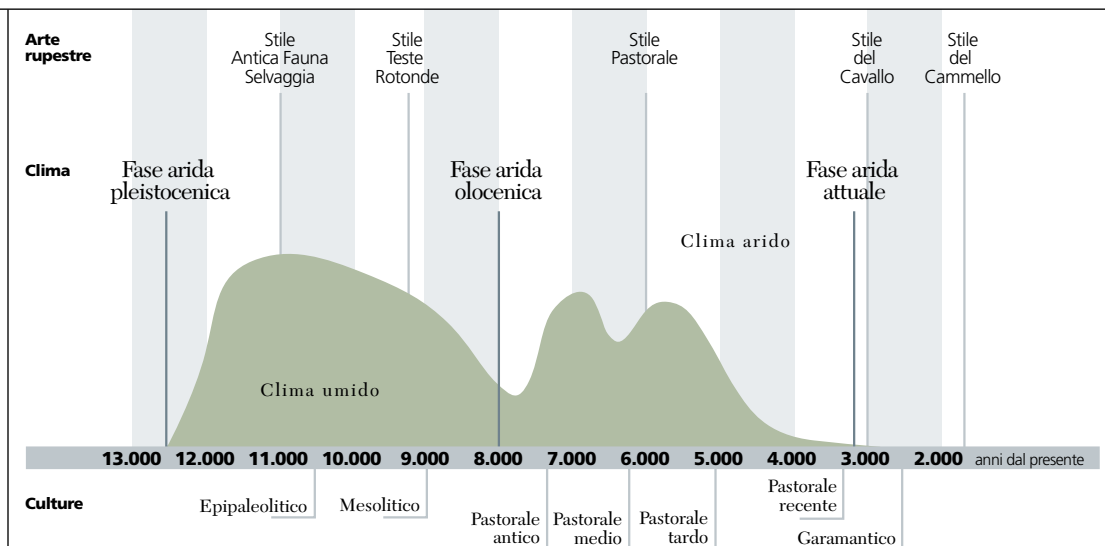
umante fra pascoli montani e laghi nelle dune.

I laghi che si formarono all'interno dell'erg di Murzuq furono più ampi, caratterizzati dalla sedimentazione di fanghi calcarei, ricchi di molluschi che denotano acque profonde con scarso tenore di sali. Le numerose datazioni radiocarboniche disponibili indicano che il livello dei laghi si va alzando a partire da 8.500 anni fa. Un breve, ma accentuato picco arido ne interrompe l'evoluzione attorno a

8.000 anni dal presente. Successivamente sono di nuovo in progressiva crescita e raggiungono il loro apice nel sesto millennio dal presente, ma risultano completamente disseccati 5.000 anni fa, contemporaneamente all'instaurarsi di condizioni aride nelle montagne.

L'inaridimento di 5.000 anni fa è un episodio di grande rilevanza locale, ma anche di significato globale poiché segna alle medie latitudine l'inizio del pe-

## ANDAMENTO CLIMATICO E SUCCESSIONE DELLE CULTURE



riodo Neoglaciale e un generale rincrudimento del clima. A livello locale costringe le comunità pastorali ad abbandonare il proprio territorio, e a concentrarsi nelle aree in cui la disponibilità d'acqua poteva persistere – le oasi che nascono in questo momento – e adattare il proprio sistema di sostentamento al deserto.

Il fenomeno delle oasi coinvolge tutta la fascia desertica, ma localmente la valle dello wadi Tanezzuft svolge un ruolo da protagonista nell'evoluzione sia ambientale sia archeologica del tardo Olocene.

Quando tutta l'area era ricca d'acque, lo wadi Tanezzuft era un importante fiume che originatosi da Acacus e Tassili algerino, scendeva a Nord con un corso meandreggiante per centinaia di chilometri, forse ad alimentare un mare interno, tra Libia e Algeria. La crisi di 5.000 anni fa lo trasforma radicalmente: diventa infatti un corso d'acqua endoreico che si disperde nel deserto poco a nord dell'Acacus e perde notevolmente di competenza trasportando ora non più ghiaie, ma soltanto limi e argille. Tuttavia, mentre tutta la regione si desertifica, lo wadi Tanezzuft continua a beneficiare delle immense riserve

idriche – accumulate nel suo bacino di alimentazione che non si esauriscono con la crisi climatica e vengono talora alimentate da effimeri cicli di piovosità – e riesce ad alimentare una grande oasi, lunga forse ottanta chilometri, in cui si rifugiano le comunità di pastori. I sedimenti alluvionali dello wadi contengono numerosi siti archeologici di queste comunità che sembrano prediligere l'alluvio e praticare forse forme di dissodamento del terreno finalizzate all'agricoltura. Nel secondo millennio da oggi, la progressiva diminuzione delle risorse idriche provoca tuttavia il contrarsi dell'oasi che si disarticola in centri minori – Barkat, Ghat e Fehwet – giunti fino a noi. Un effimero aumento della disponibilità idrica in questo periodo coincide con lo sviluppo della presenza garamantica e si protrae fino a 1.500 anni fa, quando si stabiliscono condizioni iperaride analoghe alle attuali e il deserto ha completamente riconquistato il terreno perduto all'inizio dell'Olocene.

Mauro Cremaschi, CIRSA, IDAP CNR

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano

## DENDROCRONOLOGIA

### Le porte di cipresso e la ricostruzione del clima

**L** tronco degli alberi si accresce di un anello l'anno, il cui spessore varia però in conseguenza dei cambiamenti di precipitazioni e temperatura. Gli anelli di accrescimento degli alberi costituiscono quindi una cronaca dettagliata dei cambiamenti climatici e nelle regioni semiaride registrano le variazioni della piovosità. Malgrado la presenza di alberi nel deserto sia estremamente rara, le migliori informazioni sugli ultimi cinque millenni di storia climatica del Sahara centrale derivano dallo studio degli anelli di crescita del cipresso del Tassili (*Cupressus dupreziana* – tarut in lingua Tuareg).

Il cipresso vive su quelle montagne ancora oggi, seppur in pochi esemplari, e le piante viventi sono circondate da un buon numero di tronchi morti perfettamente conservati dall'aridità del clima. Poiché il Tassili non è accessibile dalla Libia, ci siamo rivolti alle porte delle case delle cittadine libiche di Ghat e Barkat, che dal legno del cipresso sono state ricavate. I campioni fino a oggi studiati in collaborazione con Manuela Pelfini e Maurizio Santilli, e datati con un appropriato numero di date

radiocarboniche, consentono di ricostruire le variazioni climatiche intervenute fra i 5.165 e i 200 anni da oggi.

I tronchi del cipresso iniziano a essere conservati solo con l'instaurarsi

del clima arido che costringe la pianta ad accrescersi di anelli molto stretti, densi e impregnati di resina. A partire da quel momento, sia pur con qualche lacuna, questi ultimi registrano fasi di aridità spinta e cicli di ripresa delle piogge.

L'episodio di 5.000 anni fa che porta all'aridificazione dell'intera regione è registrato con precisione; vi sono poi brevi periodi di anelli larghi e quindi di aumentata piovosità che datano a 3.100 e 2.200 anni dal presente, coincidenti con lo sviluppo della oasi di wadi Tanezzuft e con il fiorire in essa dei centri garamantici: a partire da 1.500 anni da oggi gli anelli si assottano su dimensioni assai ridotte, indicando condizioni desertiche simili alle attuali.

Le porte di Ghat sono la chiave per leggere le variazioni climatiche degli ultimi millenni.



CORTESIA ARCHIVIO MISSIONE ITALIANA