



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
DELLA TERRA "ARDITO DESIO"



BIBLIOTECA  
DI SCIENZE  
DELLA TERRA  
"A. DESIO"

**APEGEO**

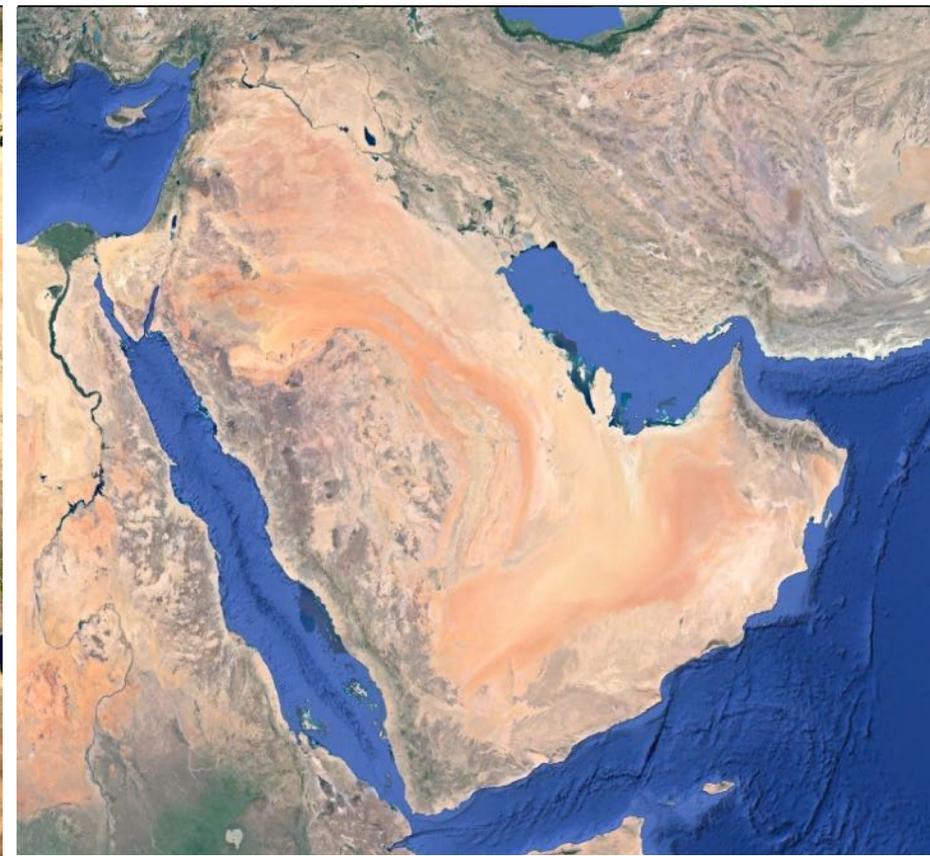
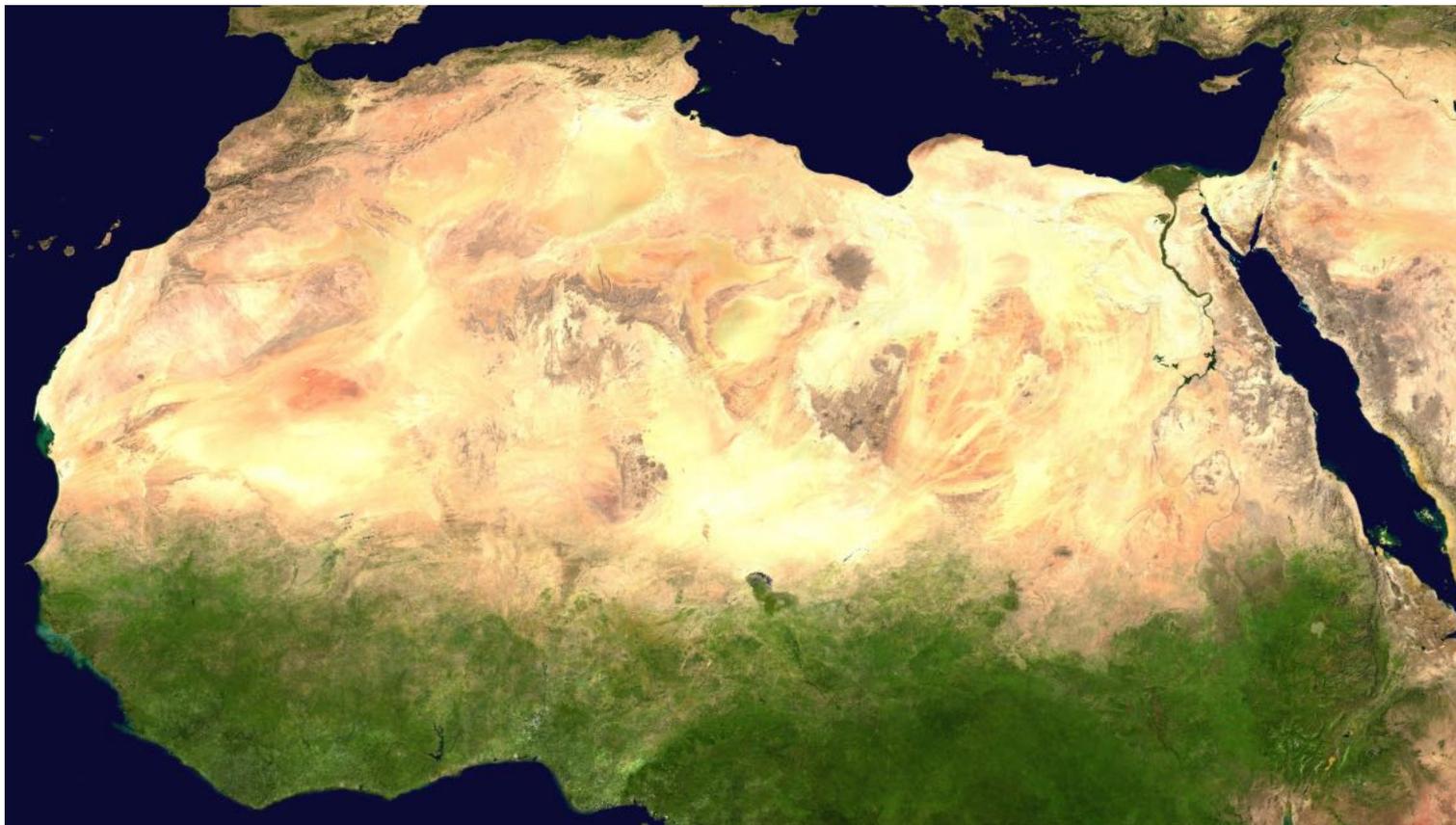
**Aperitivi scientifici coi piedi per Terra!**

**Coltivare il deserto?  
5000 anni di sfide, adattamento e  
ricerca di acqua**



**Andrea  
Zerboni**

# Brown Sahara e Brown Arabia, oggi



# Green Sahara e Green Arabia, 10000–5000 anni fa



<http://www.deviantart.com/9weegeee>

Petraglia et al 2018

# I dati geologici

I deserti come il Sahara sono attualmente iper-aridi, cadono meno di 200mm di pioggia all'anno



# I dati geologici

I deserti come il Sahara sono ricchi di sedimenti lacustri, fluviali, legati a sorgenti che possiamo studiare e datare



# I dati geologici

I deserti come il Sahara sono ricchi di sedimenti lacustri, fluviali, legati a sorgenti che possiamo studiare e datare



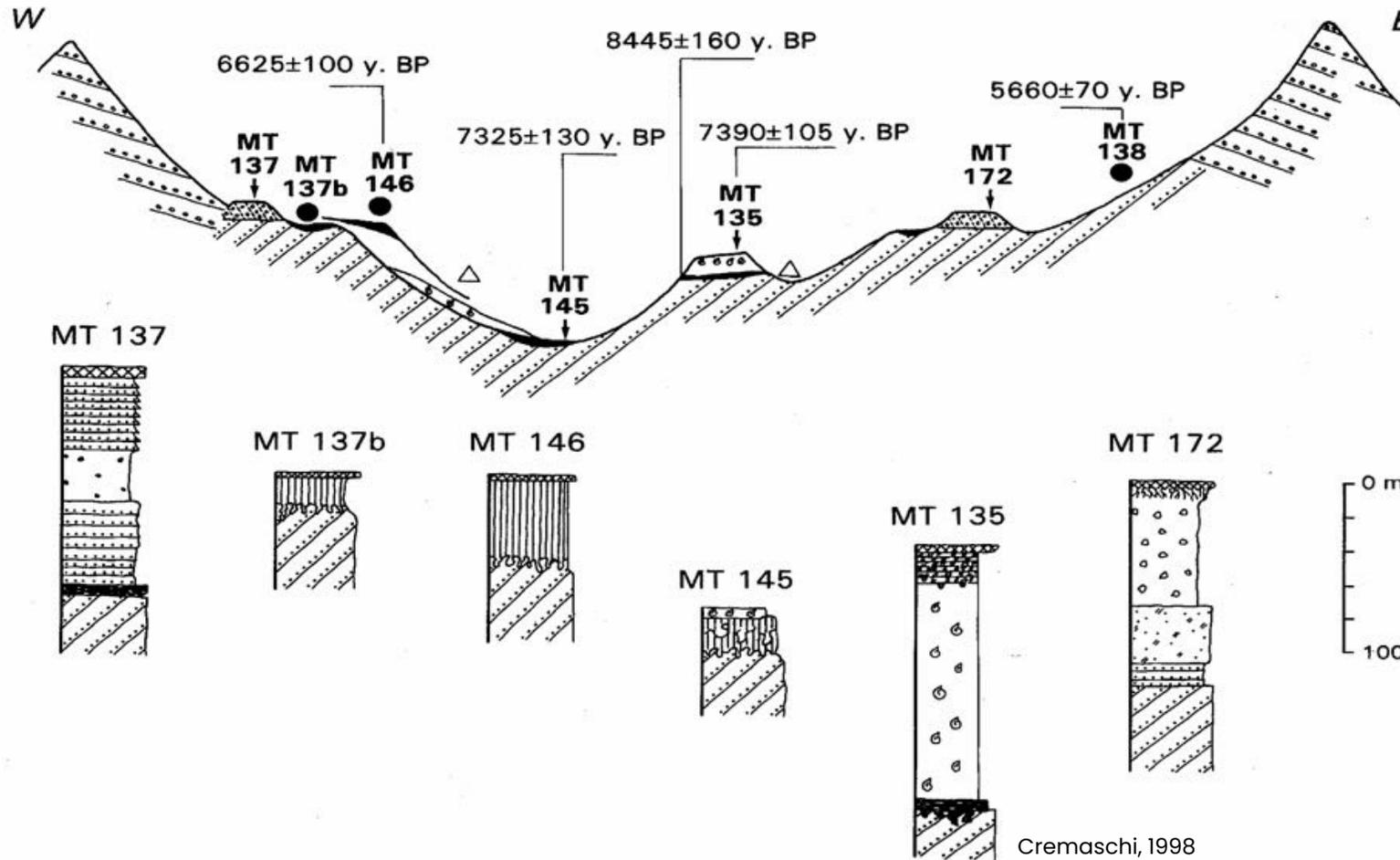
# I dati geologici

I deserti come il Sahara sono ricchi di sedimenti lacustri, fluviali, legati a sorgenti che possiamo studiare e datare



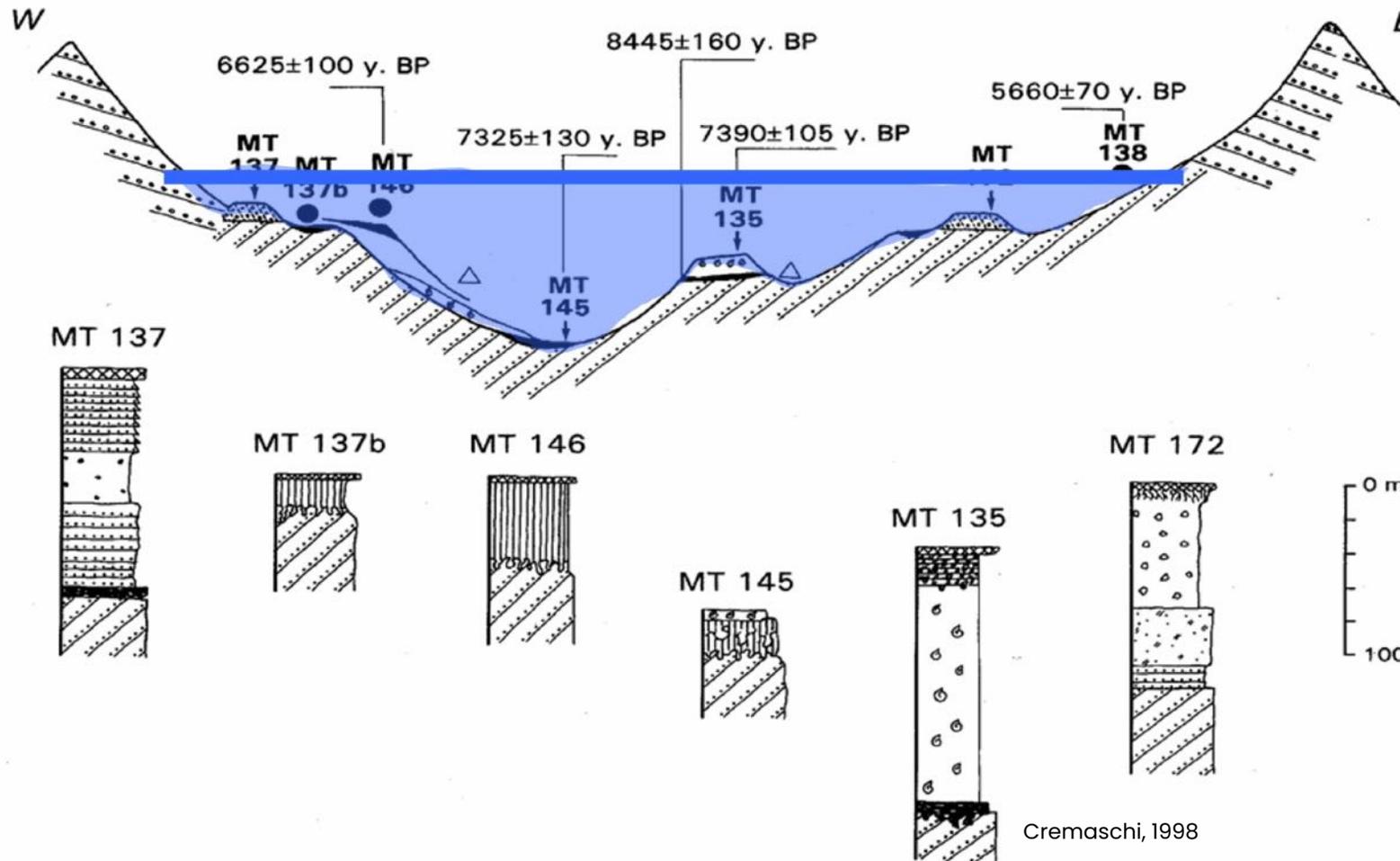
# I dati geologici

Questo ci permette di capire che tra le dune esistevano laghi più o meno profondi che sostenevano comunità di cacciatori/raccoglitori e più tardi di allevatori



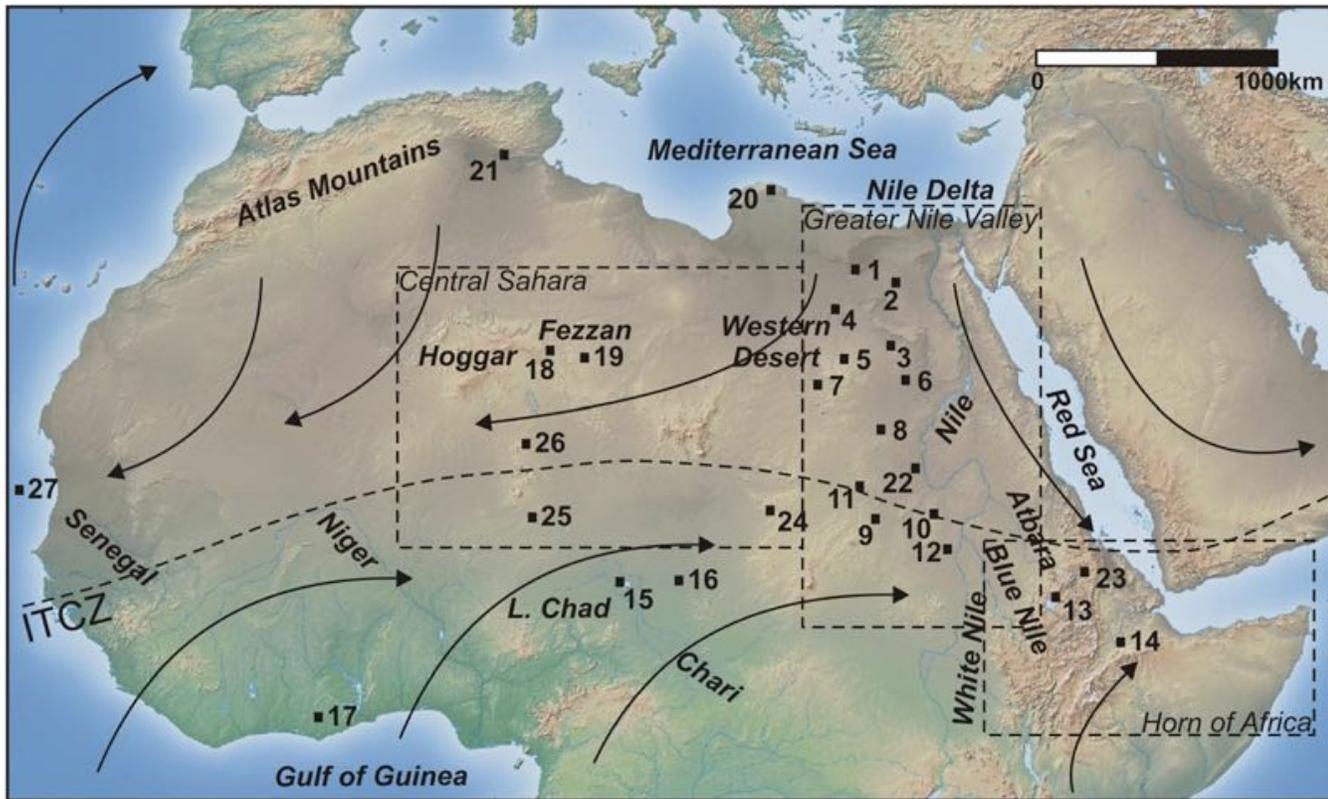
# I dati geologici

Questo ci permette di capire che tra le dune esistevano laghi più o meno profondi che sostenevano comunità di cacciatori/raccoglitori e più tardi di allevatori

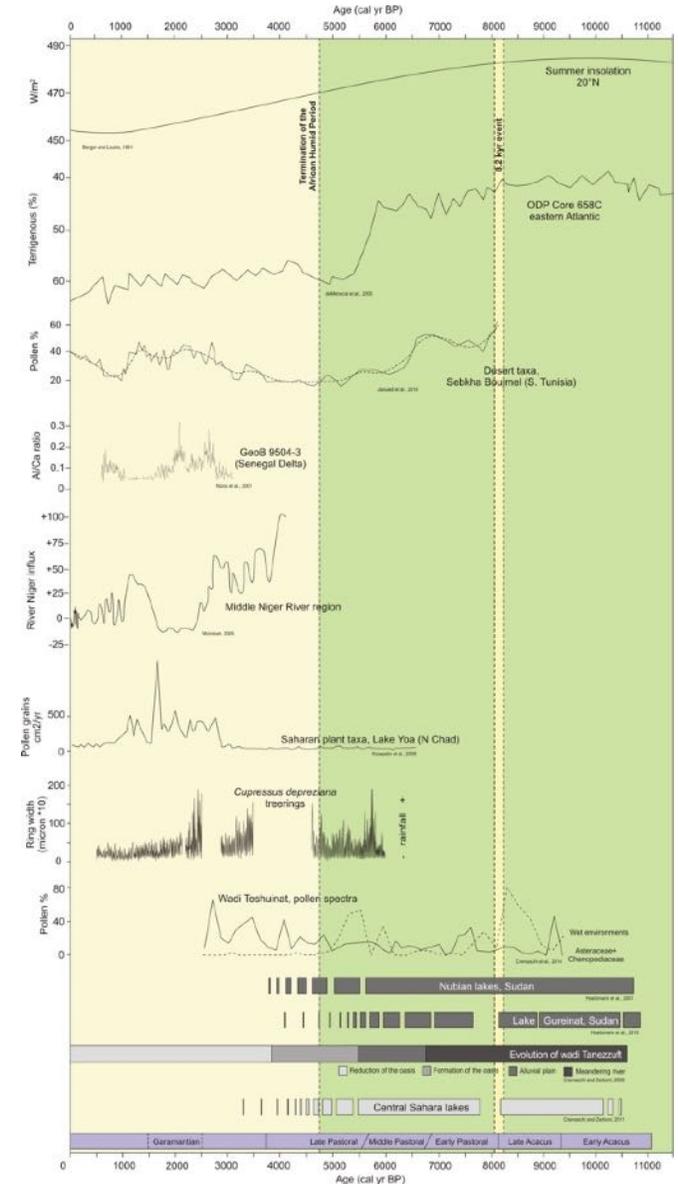


# Quale meccanismo?

L'inizio dell'Olocene (10000 anni fa circa) la maggiore insolazione permetteva una maggiore evaporazione dagli oceani e la formazione di intense perturbazioni monsoniche



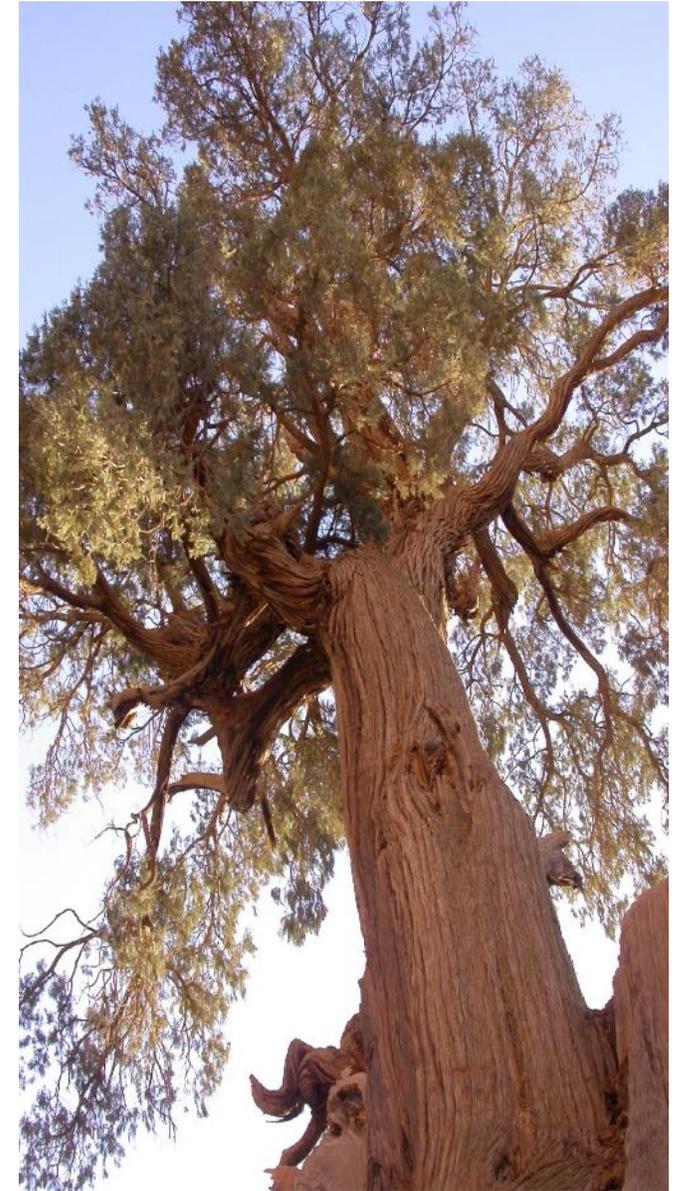
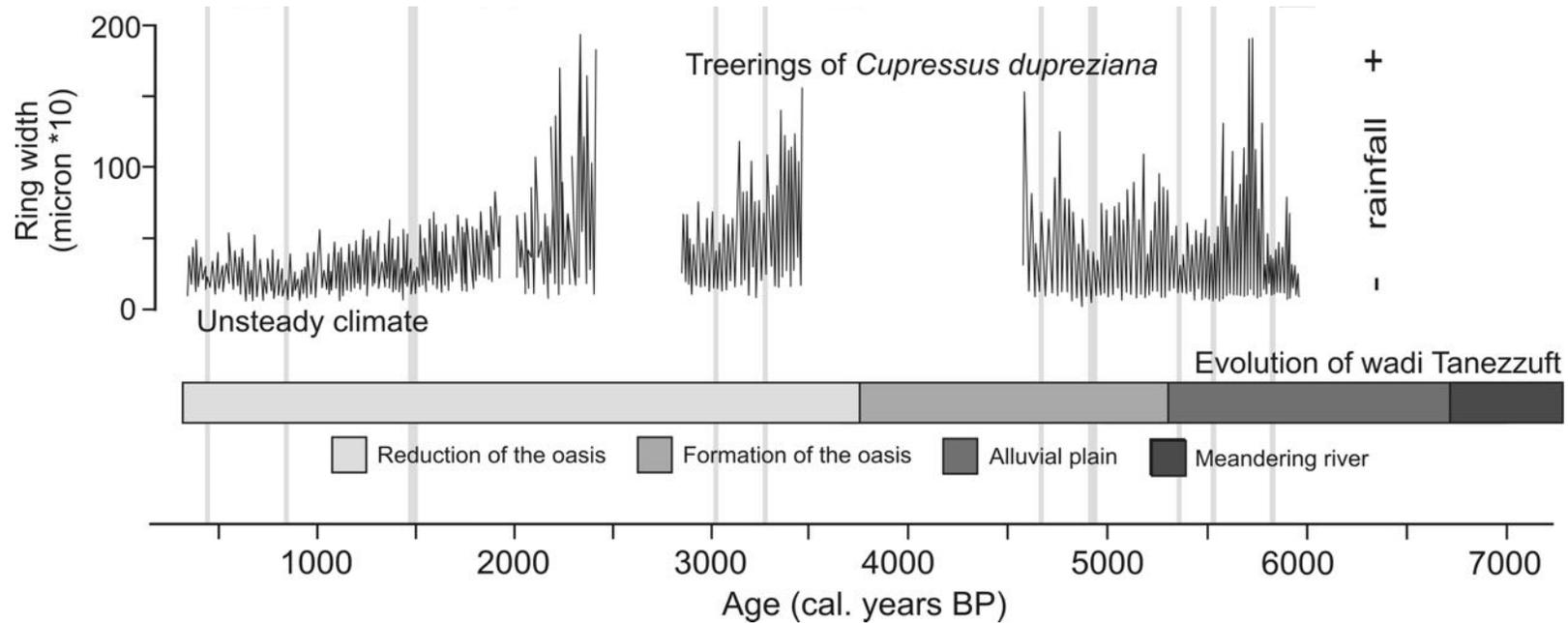
Gatto e Zerboni, 2015



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

# Cosa successe 5000 anni fa?

L'intensità delle piogge monsoniche diminuisce (forse di colpo, forse progressivamente) e l'ambiente risponde diventando progressivamente sempre più arido, fino a raggiungere le condizioni attuali

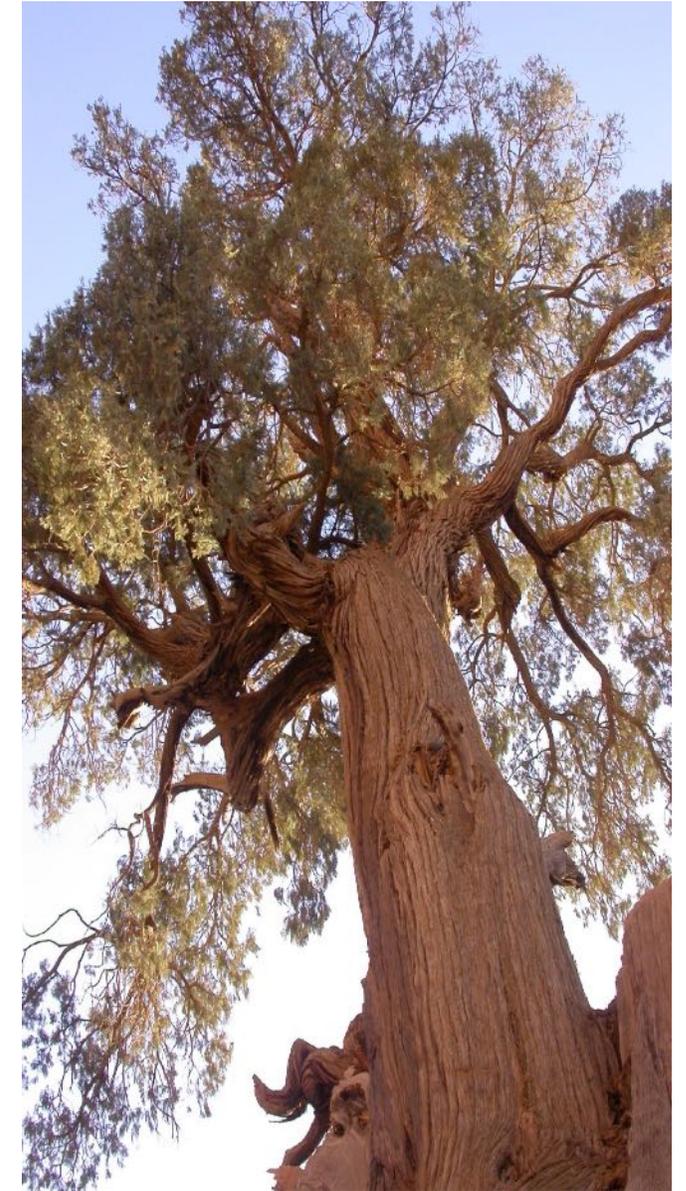
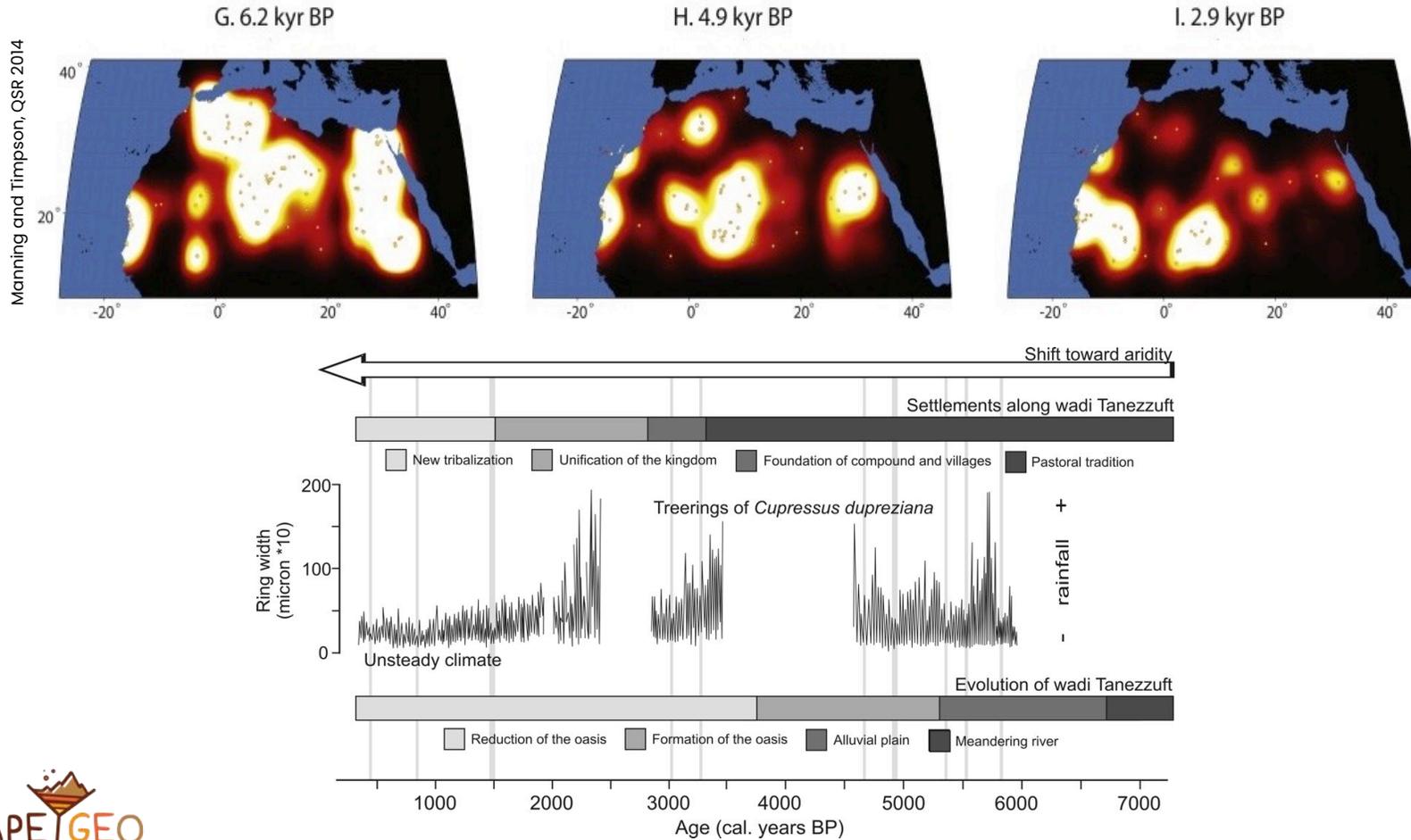


**Coltivare il deserto?**

**5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.**

# Cosa successe 5000 anni fa?

Le comunità devono reagire alle nuove condizioni ambientali ed hanno tante strade...



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

# Nascono le oasi!

Attorno alle risorse idriche residue si creano nicchie ecologiche sfruttate dalle comunità locali e la coltivazione diventa sempre più importante.



# La necessità di conservare l'acqua

Le piogge sono però fortemente ridotte e le risorse idriche vanno conservate, anzi vanno cercate e accumulate



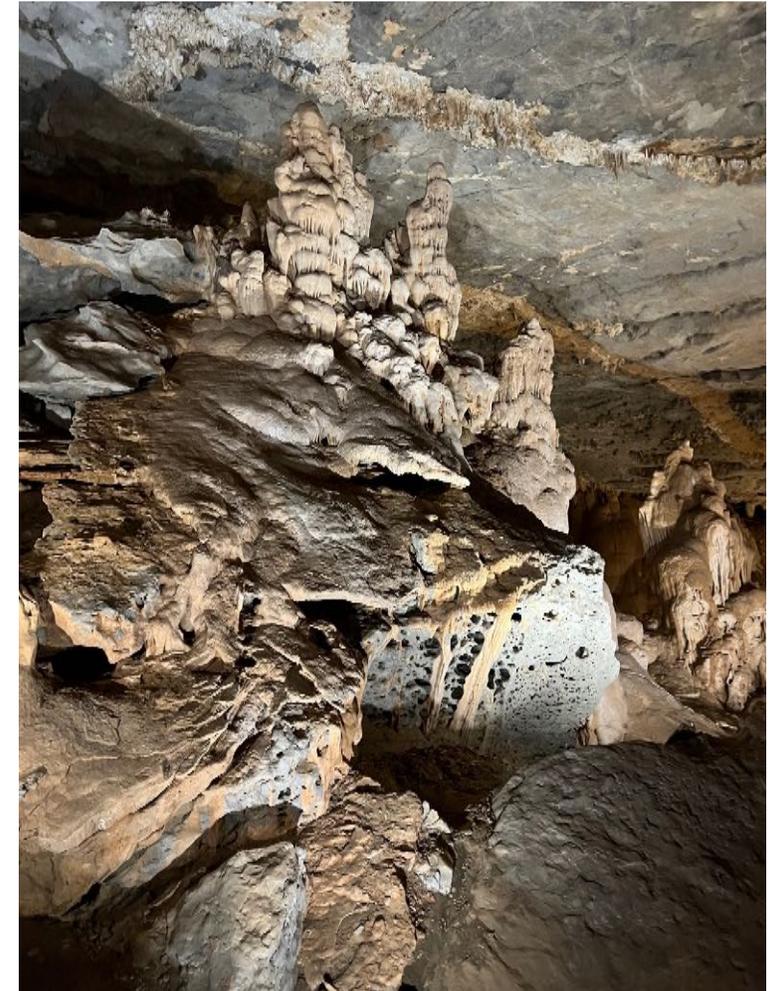
# Salut e al sua oasi

L'oasi di Salut e Bisya sono state coltivate almeno dall'Età del Bronzo in condizioni climatiche progressivamente sempre più aride



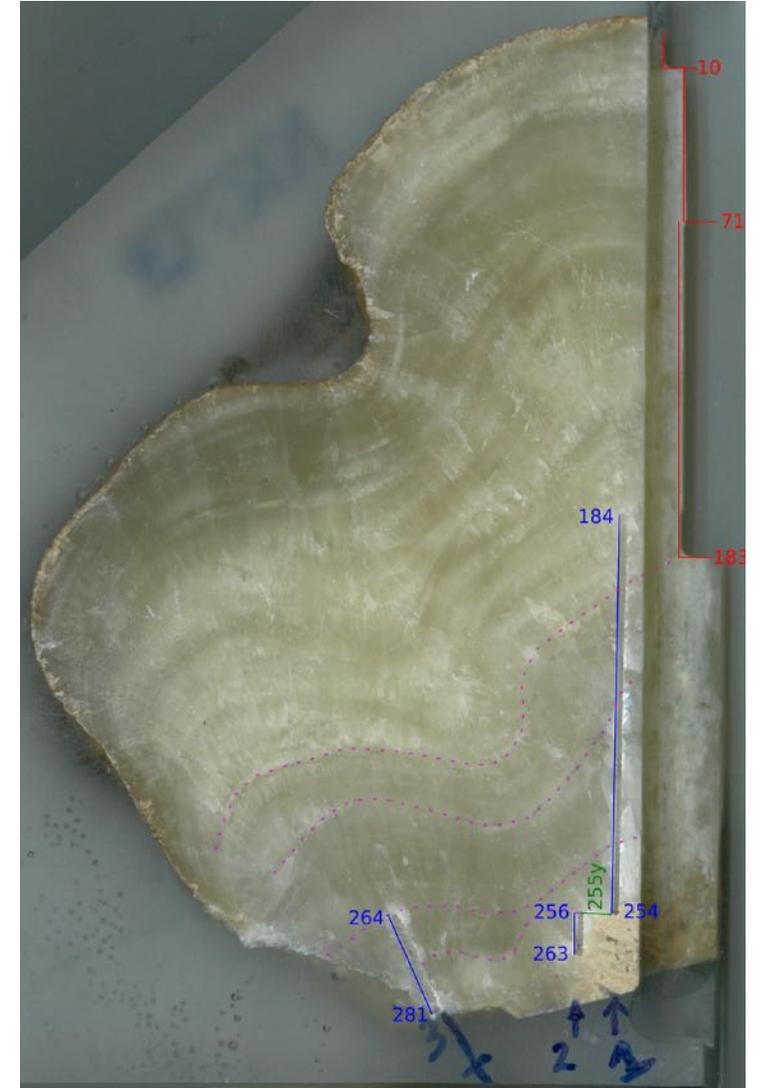
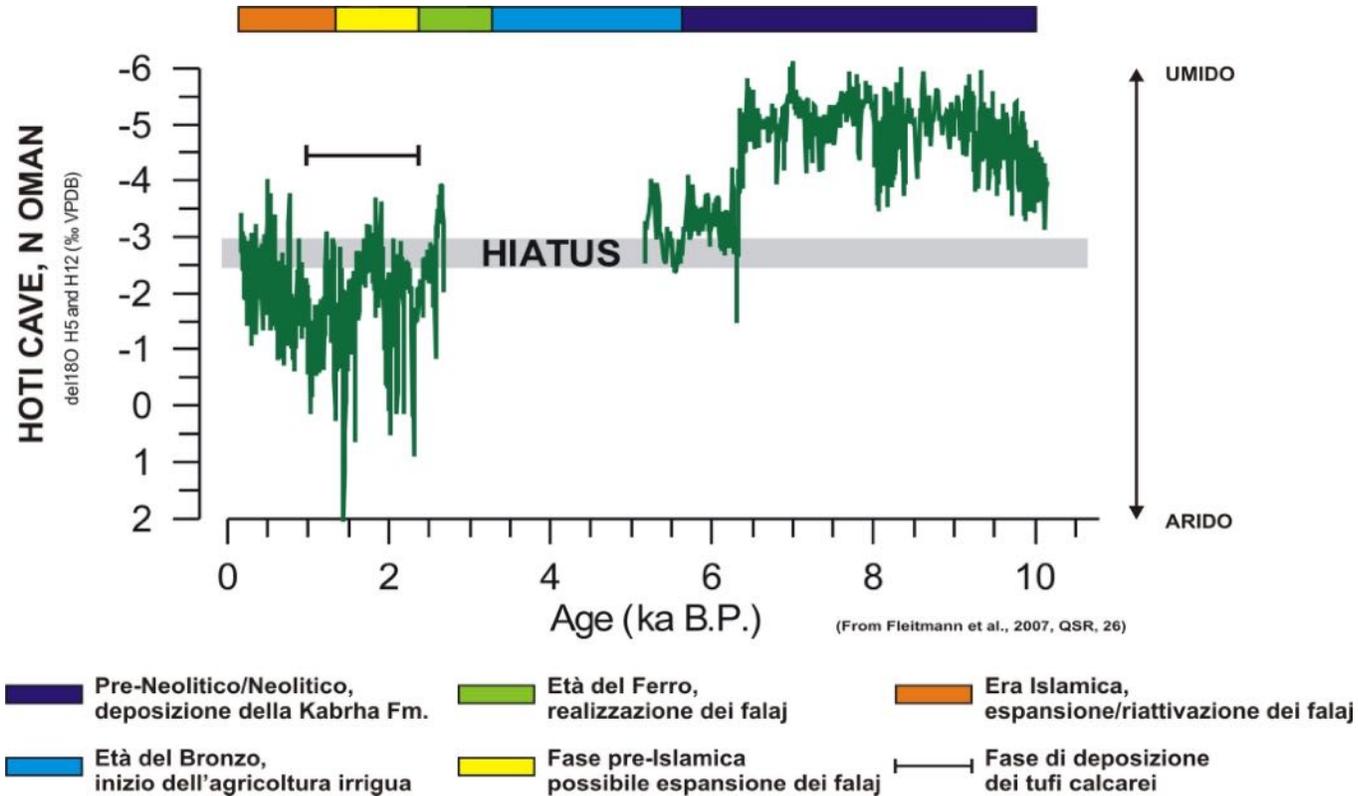
# Salut e al sua oasi

Come sappiamo che le piogge sono progressivamente diminuite?



# Salut e al sua oasi

Come sappiamo che le piogge sono progressivamente diminuite?



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

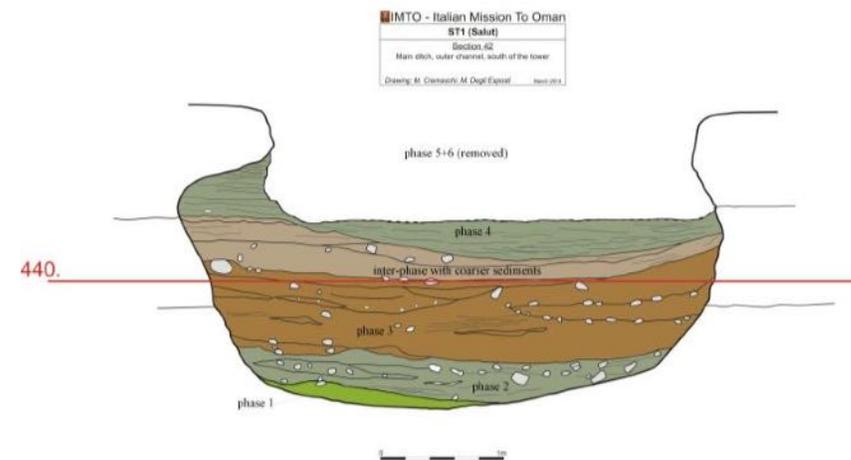
# Come recuperare più acqua?

Nell'oasi di Salut e Bisya già a partire dall'Età del Bronzo vengono messe a punto tecnologie per aumentare la riserva idrica.



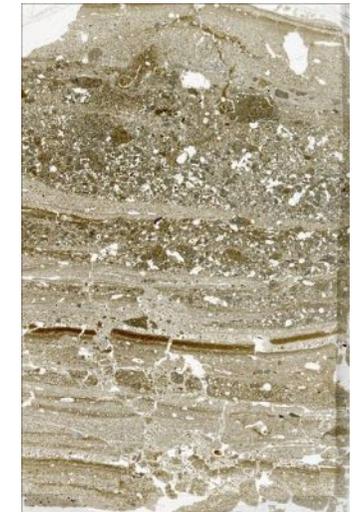
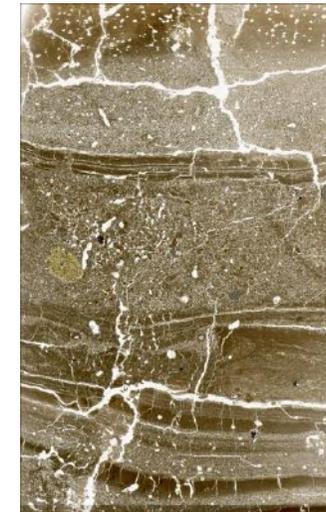
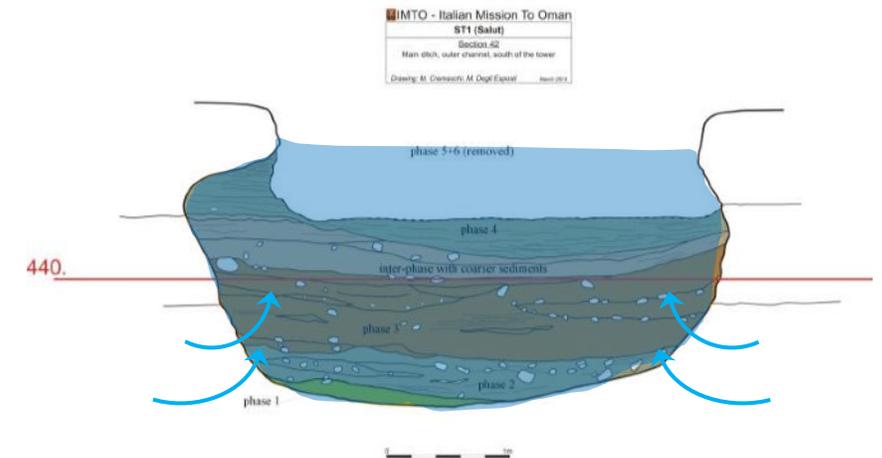
# Come recuperare più acqua?

La torre e i suoi fossati!



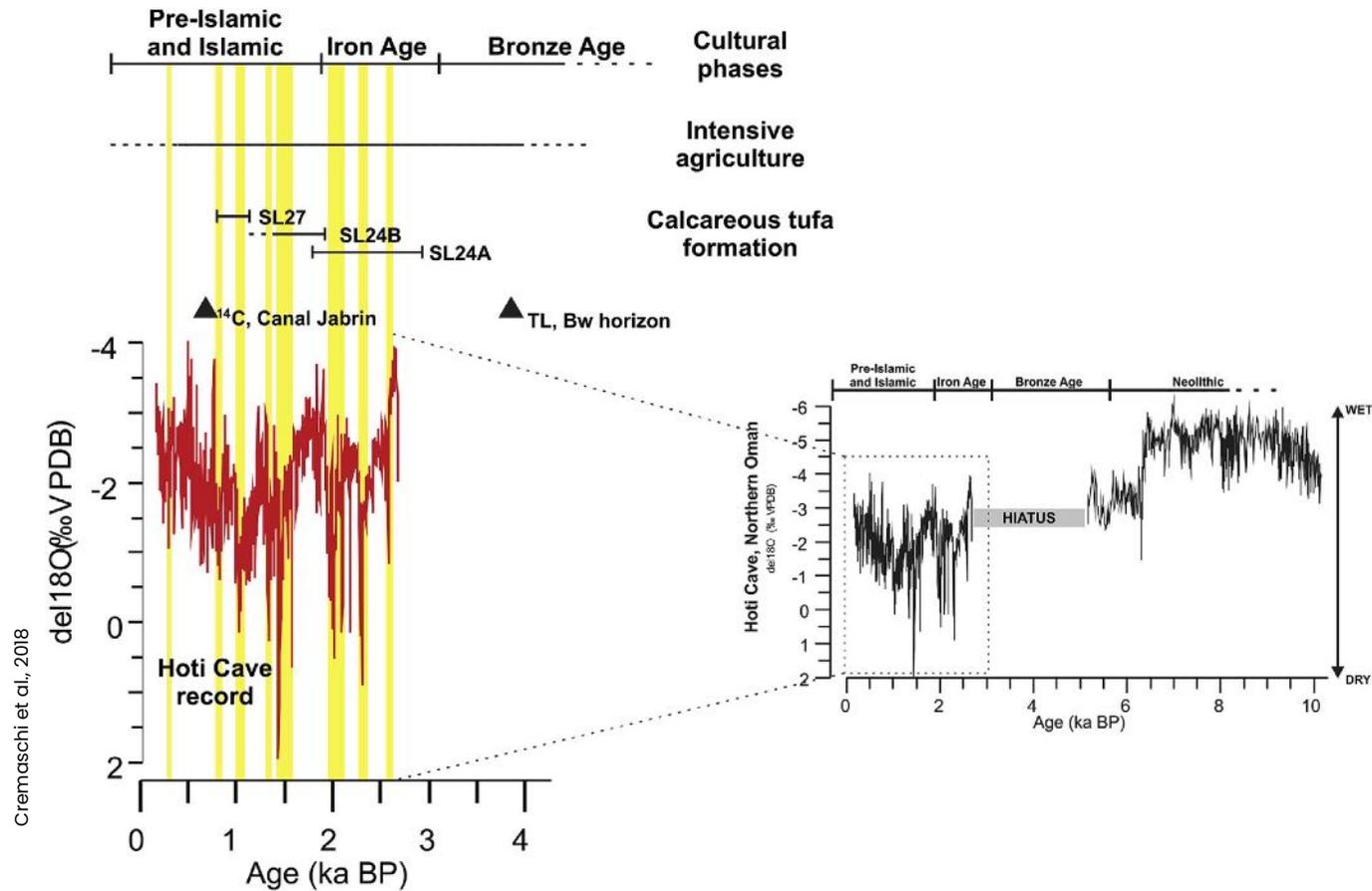
# Come recuperare più acqua?

La torre e i suoi fossati!

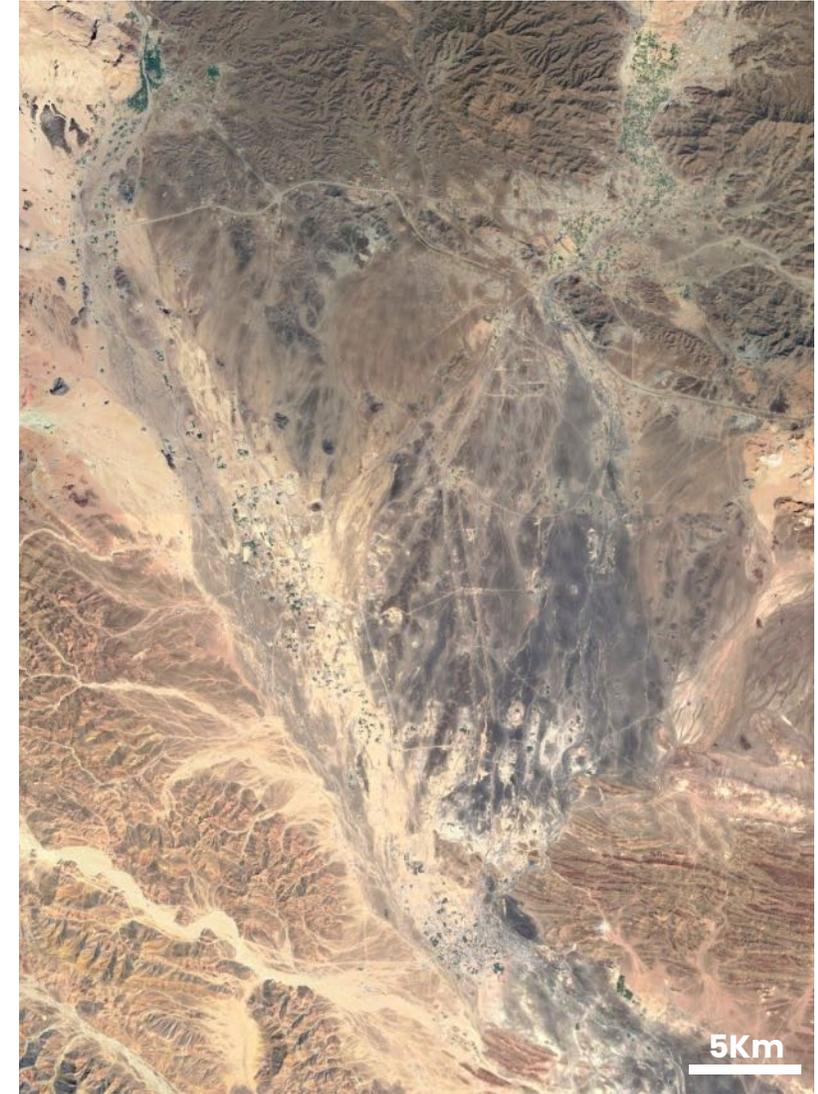


# La situazione peggiora, servono più risorse

Con il passare del tempo, la disponibilità idrica sembra diminuire, mentre aumentano popolazione e richiesta di acqua. Servono nuovi strumenti: i flaj



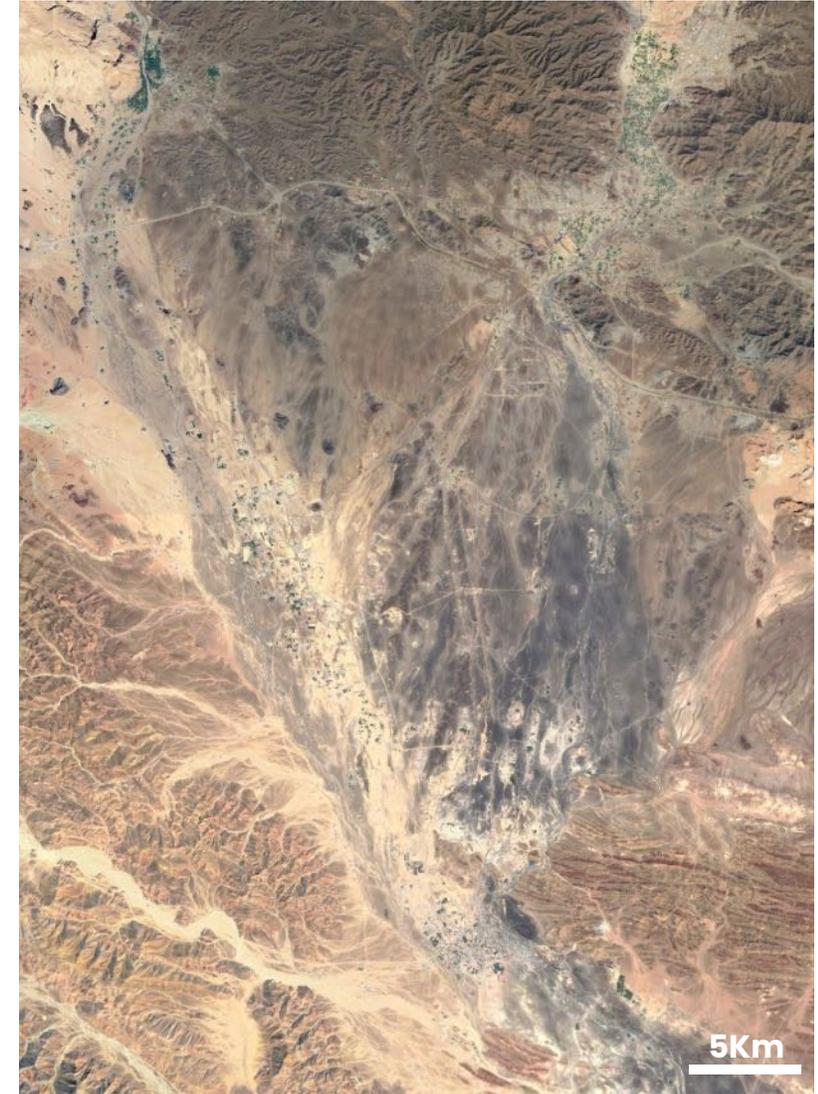
Cremonesi et al., 2018



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

## La situazione peggiora, servono più risorse

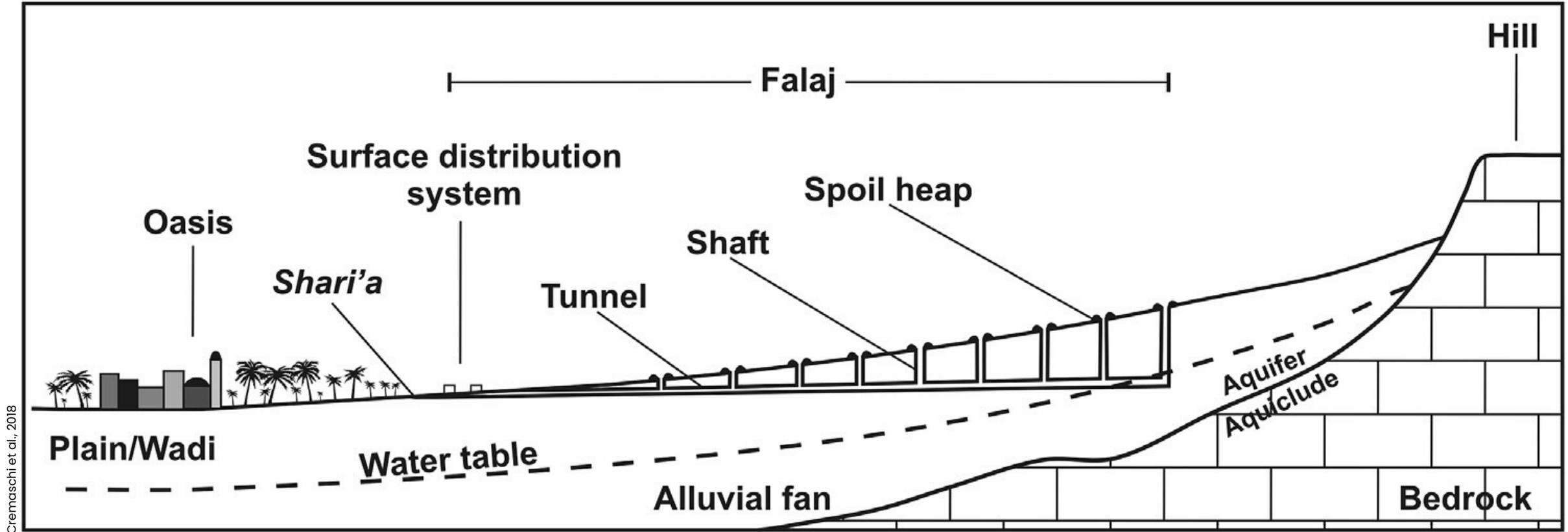
Durante l'Età del Ferro vengono importati dalla Persia sistemi sotterranei per raccogliere l'acqua da zone a monte e ridistribuirli a valle dentro all'oasi.



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

# Il sistema dei falaj/aflaj

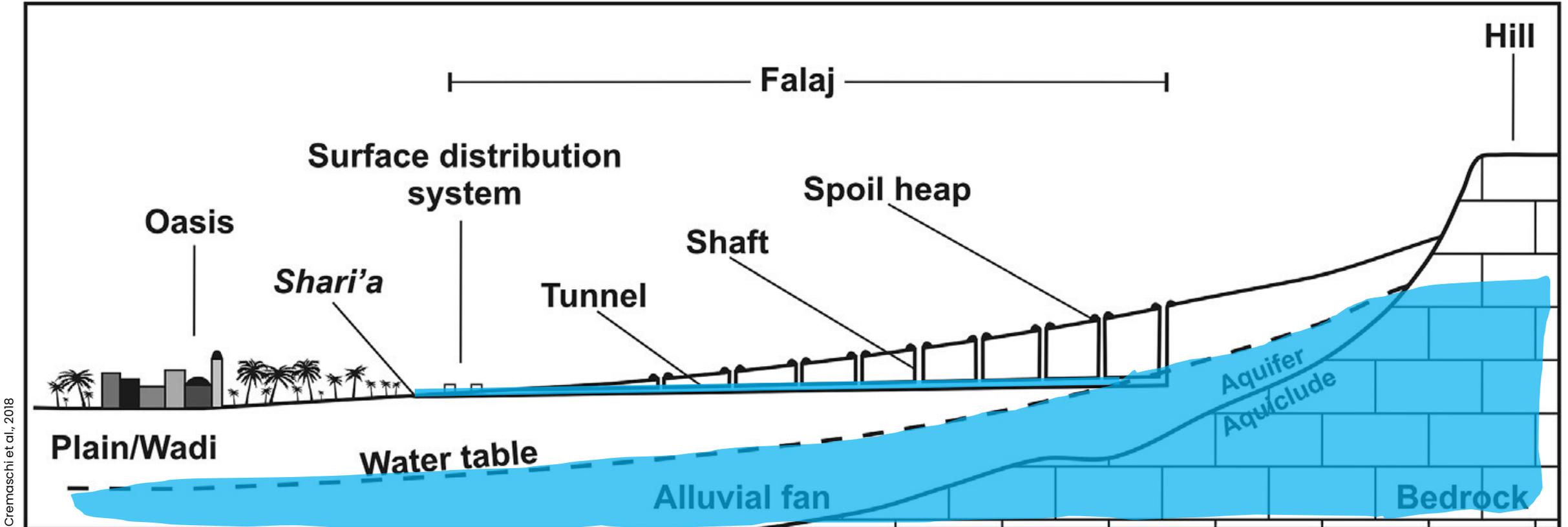
Vengono realizzati tunnel sotterranei in grado di raggiungere l'acqua della falda nelle aree a monte vicino ai rilievi, per poi ridistribuirli a valle lungo l'oasi



Cremschi et al., 2018

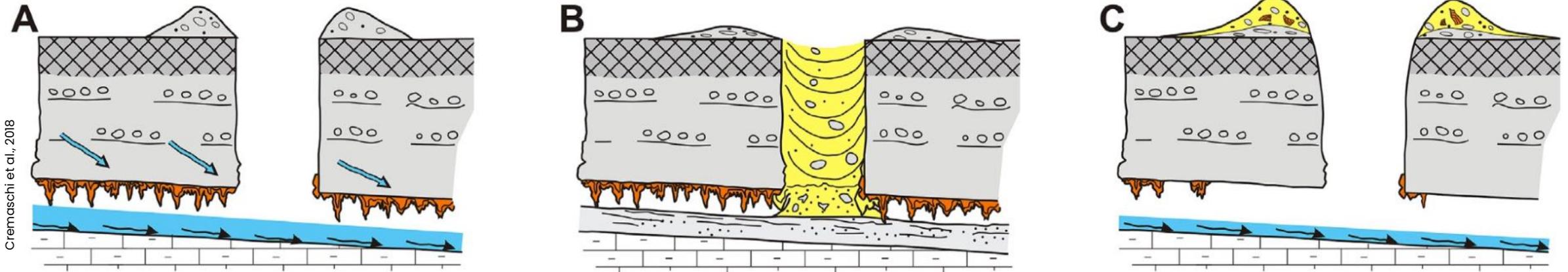
# Il sistema dei falaj/aflaj

Il sistema dei falaj/aflaj è molto efficiente, ma richiede uno sforzo ingegneristico e conoscenze di idrogeologia! Soprattutto occorre operare continua manutenzione.

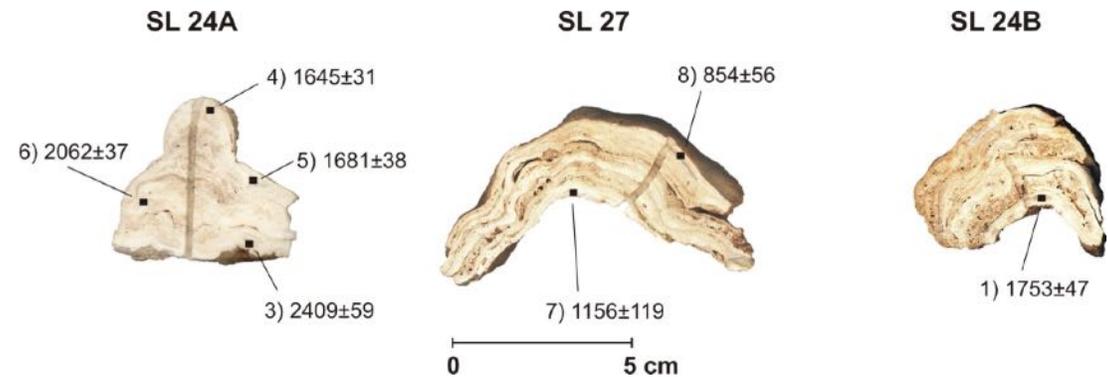


# Il sistema dei falaj/aflaj

Il sistema dei falaj/aflaj è molto efficiente, ma richiede uno sforzo ingegneristico e conoscenze di idrogeologia! Soprattutto occorre operare continua manutenzione. E questo ci ha permesso di datarli.

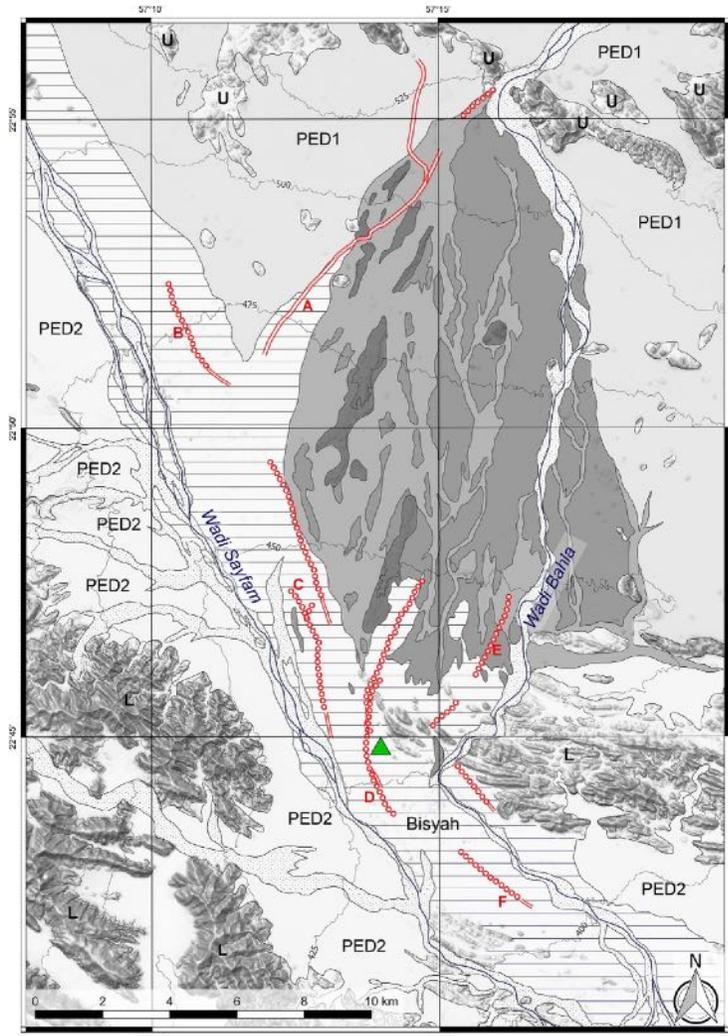


Cremonesi et al., 2018

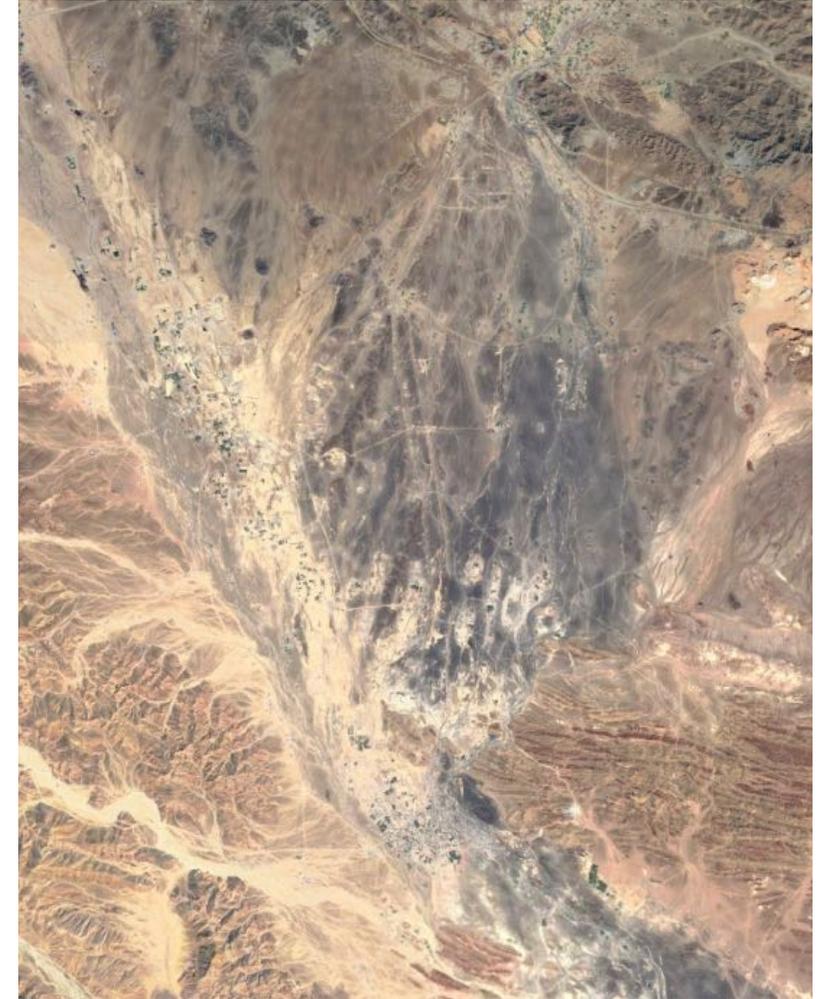


# Il sistema dei falaj/aflaj

Decine di aflaj, chilometri di sviluppo lineare. Ma ad un certo punto, non sappiamo esattamente quando, i falaj vengono abbandonati.



Cremonesi et al., 2018

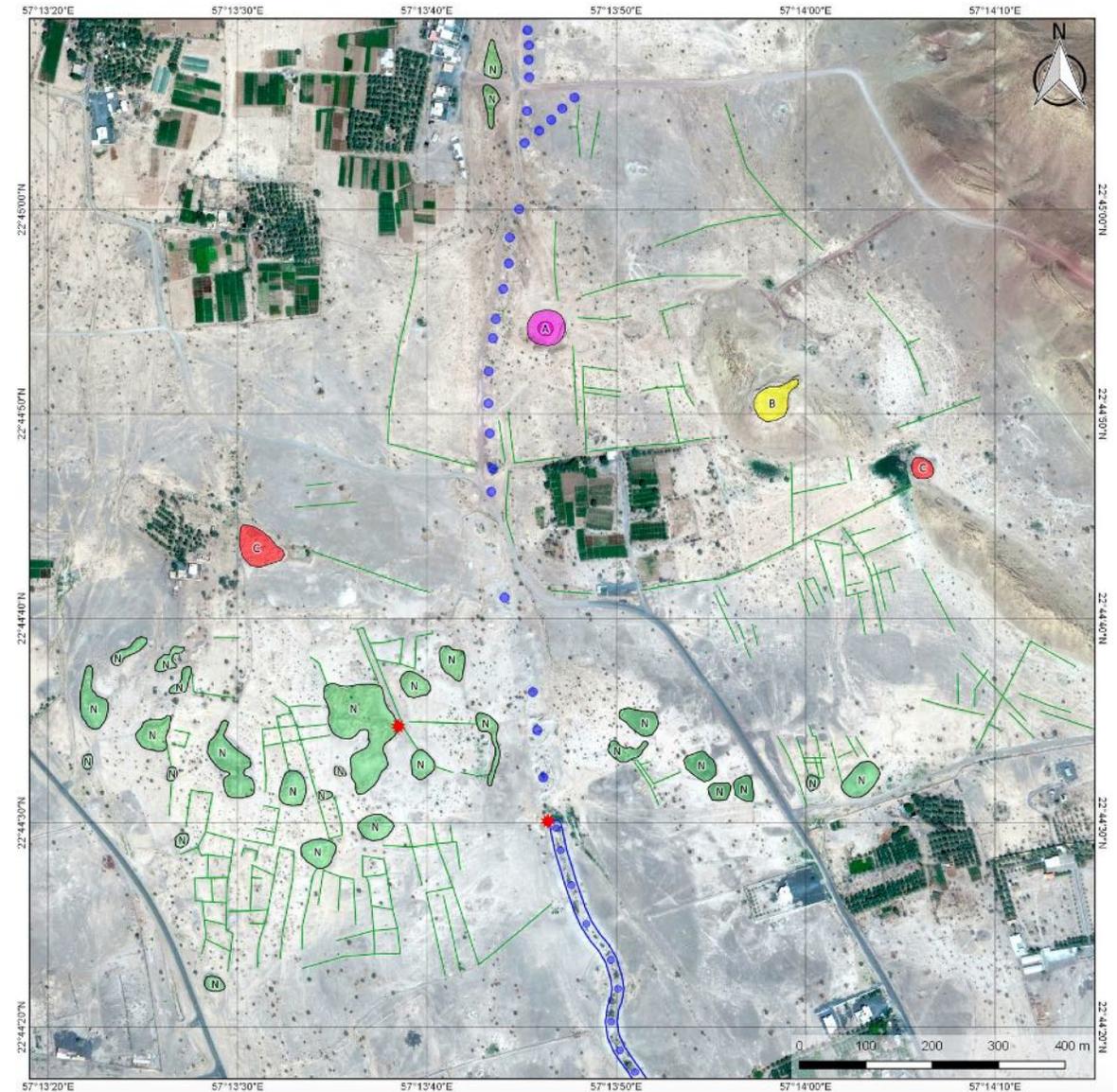


# Una nuova spinta

In epoca islamica (medioevo) una nuova crescita demografica spinge ad espandere l'uso delle oasi e a riattivare i sistemi sotterranei. Si creano i 'giardini'.



Cremašchi et al., 2018



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

# Una ampia spinta!

La necessità di risorse spinge addirittura a spostare l'agricoltura dalle regioni pianeggianti alle montagne



# Una ampia spinta!

Occorre creare lo spazio per coltivare e strutture per conservare il suolo dall'erosione: i terrazzi agricoli.



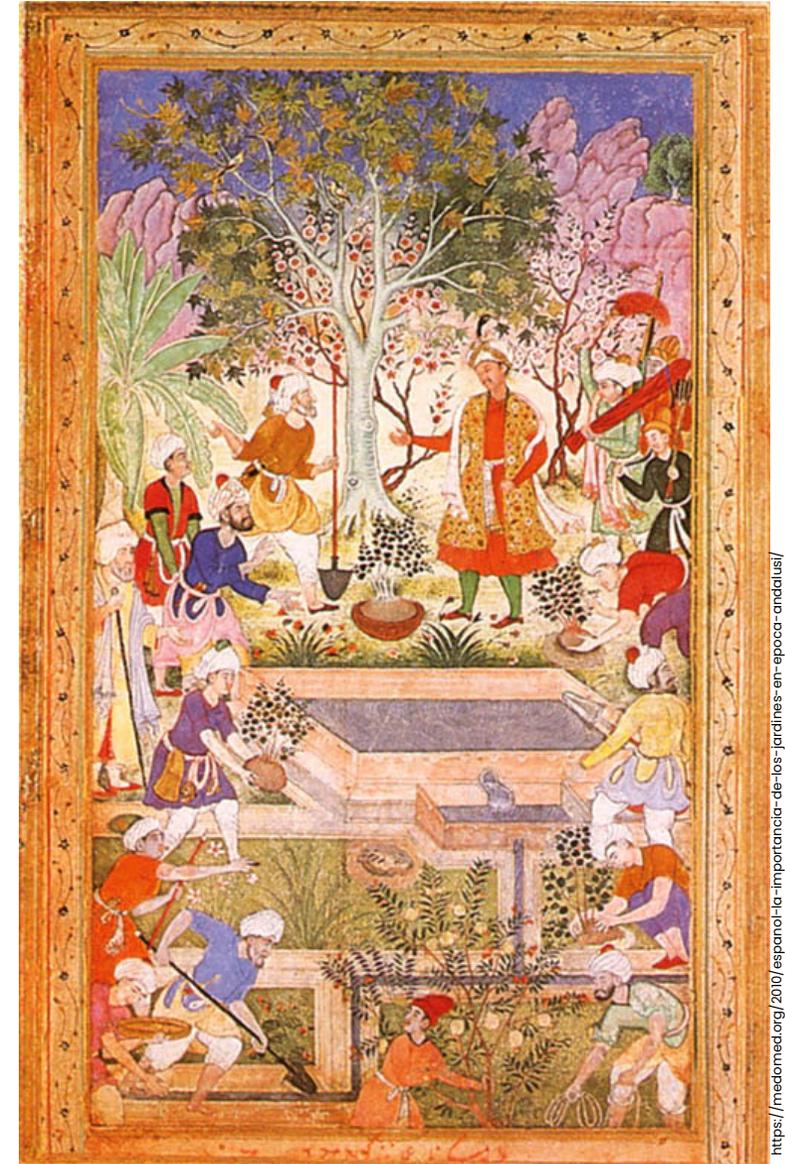
# Una ampia spinta!

Occorre creare lo spazio per coltivare e strutture per conservare il suolo dall'erosione: i terrazzi agricoli.



# In epoca islamica nascono i giardini

L'iconografia ci racconta di splendidi palazzi, arricchiti di giardini e fontane



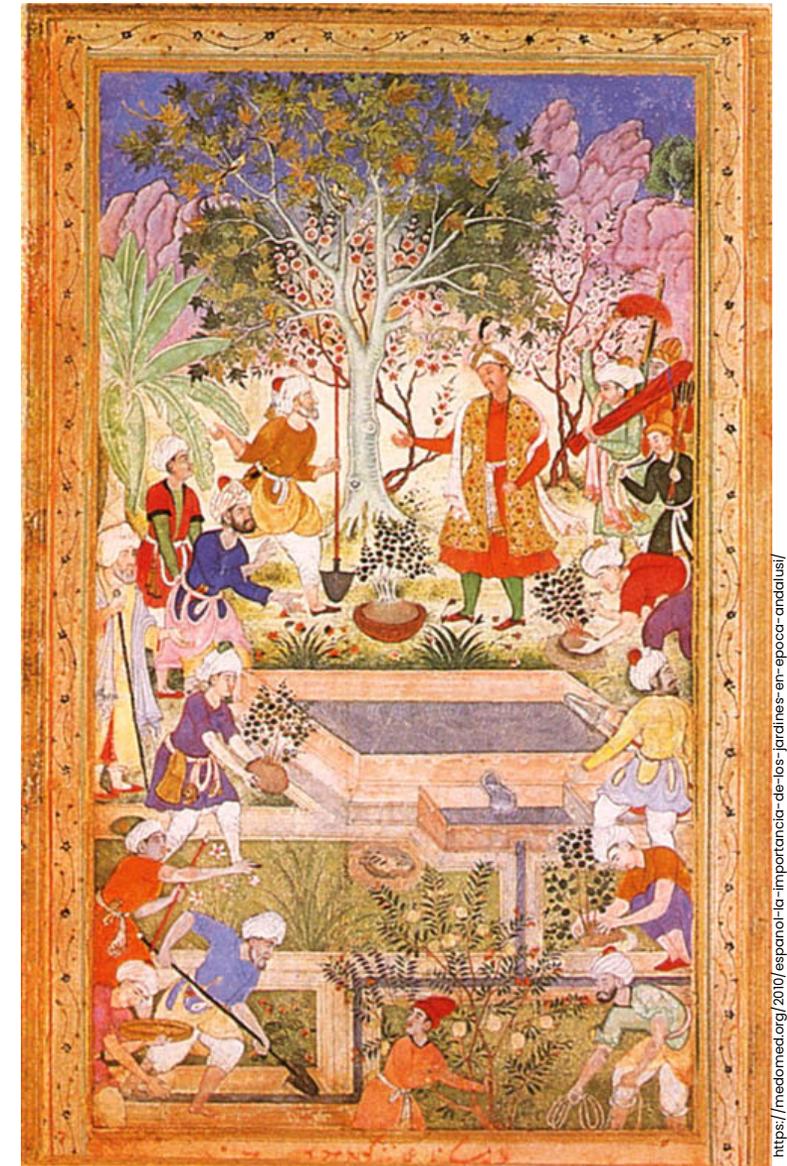
<https://medicmed.org/2010/espanol-la-importancia-de-los-jardines-en-epoca-andalus/>

**Coltivare il deserto?**

**5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.**

# In epoca islamica nascono i giardini

L'iconografia ci racconta di splendidi palazzi, arricchiti di giardini e fontane



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

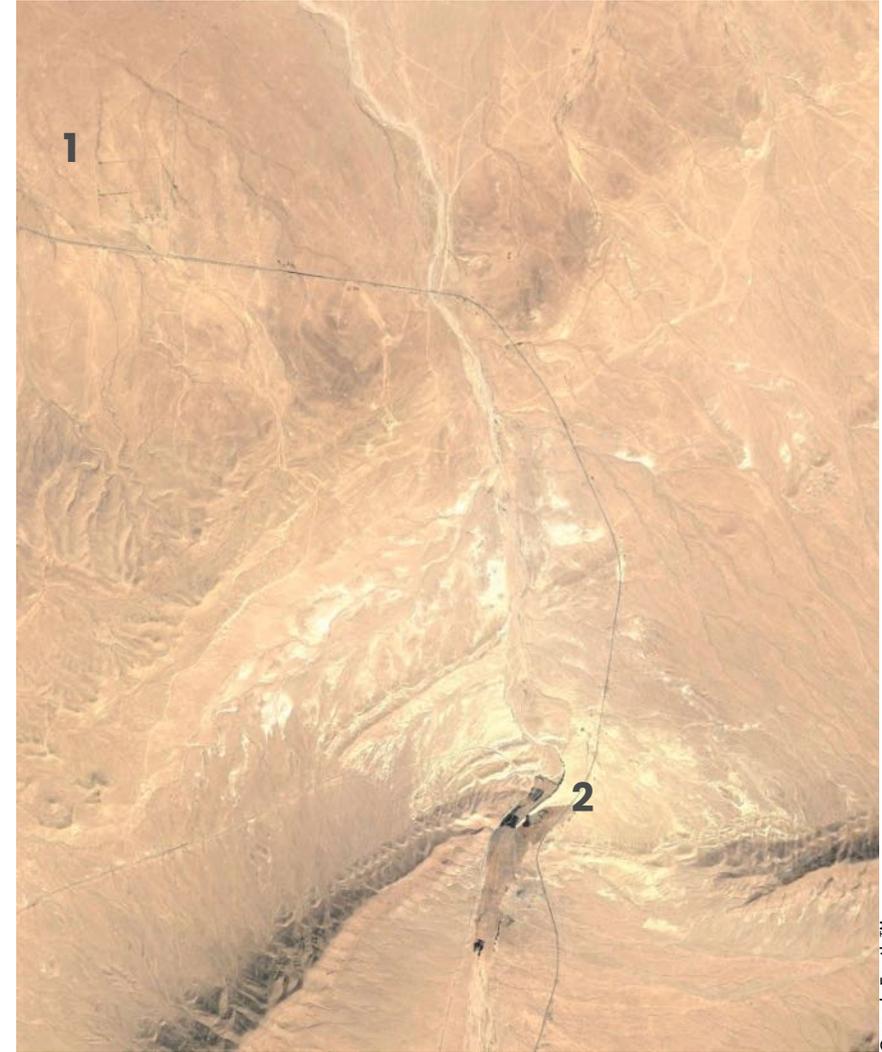
# Ancora una volta vanno trovate le risorse

L'iconografia ci racconta di splendidi palazzi, arricchiti di giardini e fontane



# Ancora una volta vanno trovate le risorse

Dighe, canali, cisterne...



# Ancora una volta vanno trovate le risorse

Dighe, canali, cisterne...



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

# Coltivare un deserto oggi?

Ma è possibile coltivare un luogo come il deserto del Sahara?



# Coltivare un deserto oggi?

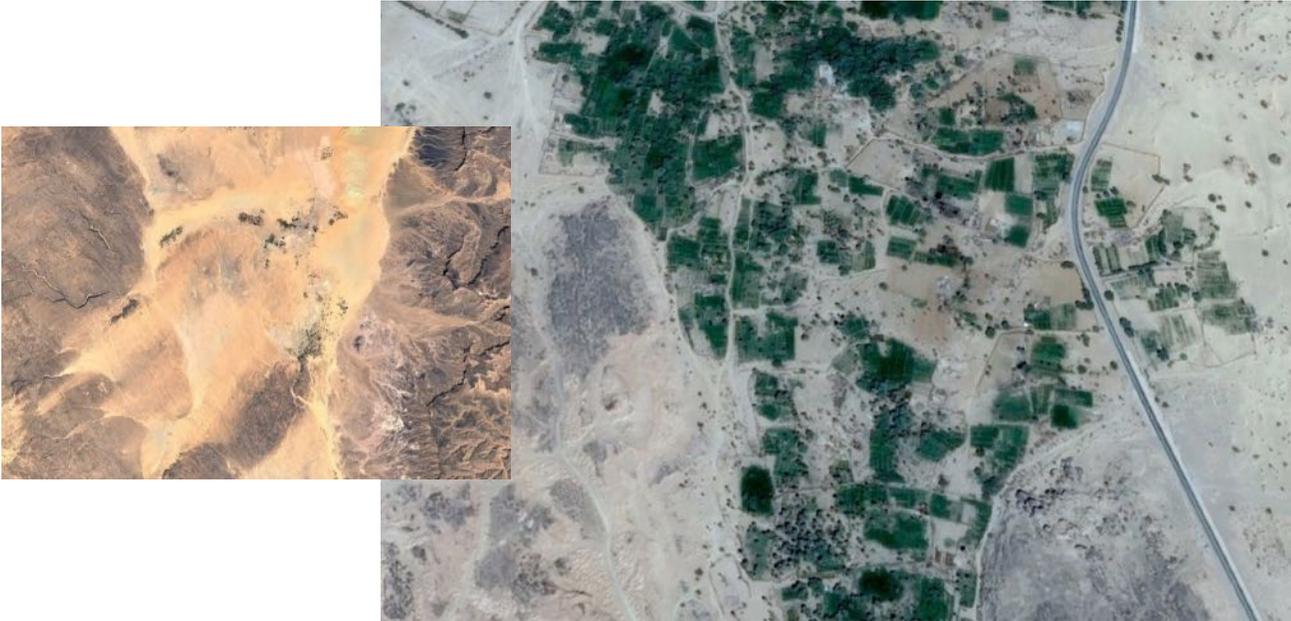
Nelle oasi si coltiva e storicamente l'agricoltura è attestata da documenti e indagini archeologiche, altrove pastorizia



# Nelle oasi

Nella piccola oasi di Ghat (Libia) l'agricoltura continua a sostenere le comunità locali

GoogleEarth™



**Coltivare il deserto?**  
5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.

## E oltre le oasi?

L'ambiente desertico è caratterizzato da piogge minime, imprevedibili per tempistica e per distribuzione.. Eppure coltivazioni occasionali di cereali, legumi, ... angurie!



**Coltivare il deserto?**

**5000 anni di sfide, adattamento e ricerca di acqua.**

# Tra le montagne del Tadrart Acacus

Aree pianeggianti tra le valli potrebbero virtualmente ospitare coltivazioni, ma ci sono prove?



# Tra le montagne del Tadrart Acacus

Aree pianeggianti tra le valli potrebbero virtualmente ospitare coltivazioni, ma ci sono prove?



Burbon del Monte, 1915



Gat - La sorgente di el-Bàrcat

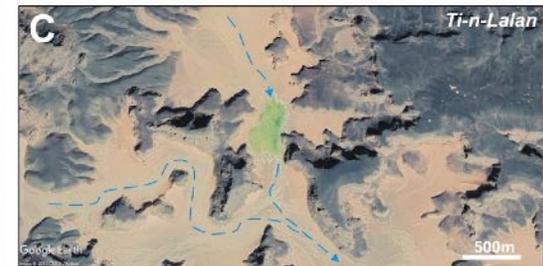
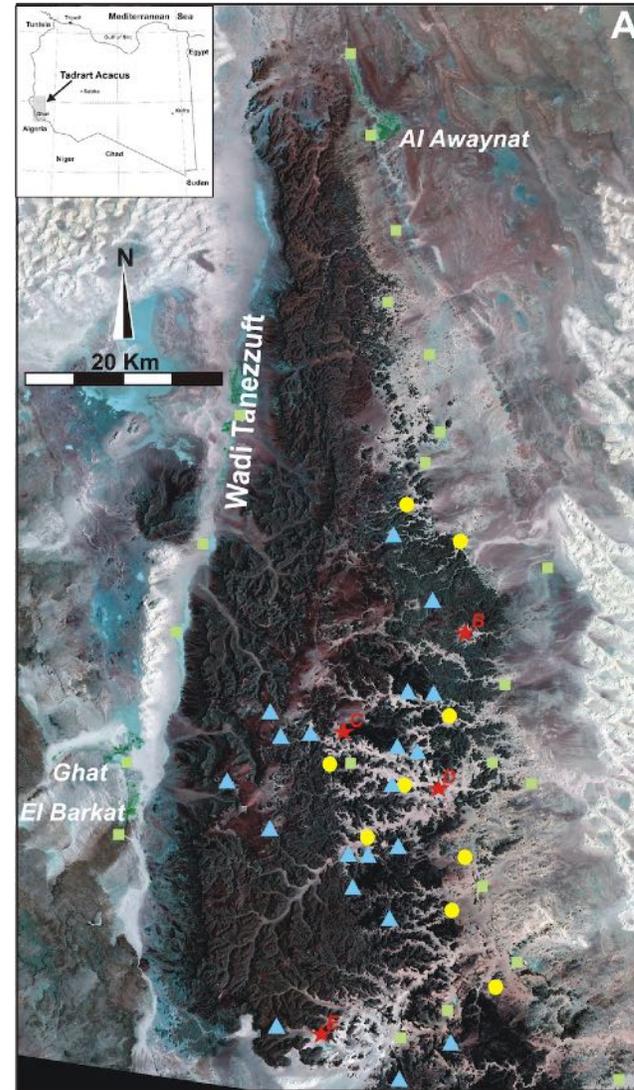
# Tra le montagne del Tadrart Acacus, le etaghas

Aree pianeggianti tra le valli potrebbero virtualmente ospitare coltivazioni, ma ci sono prove?



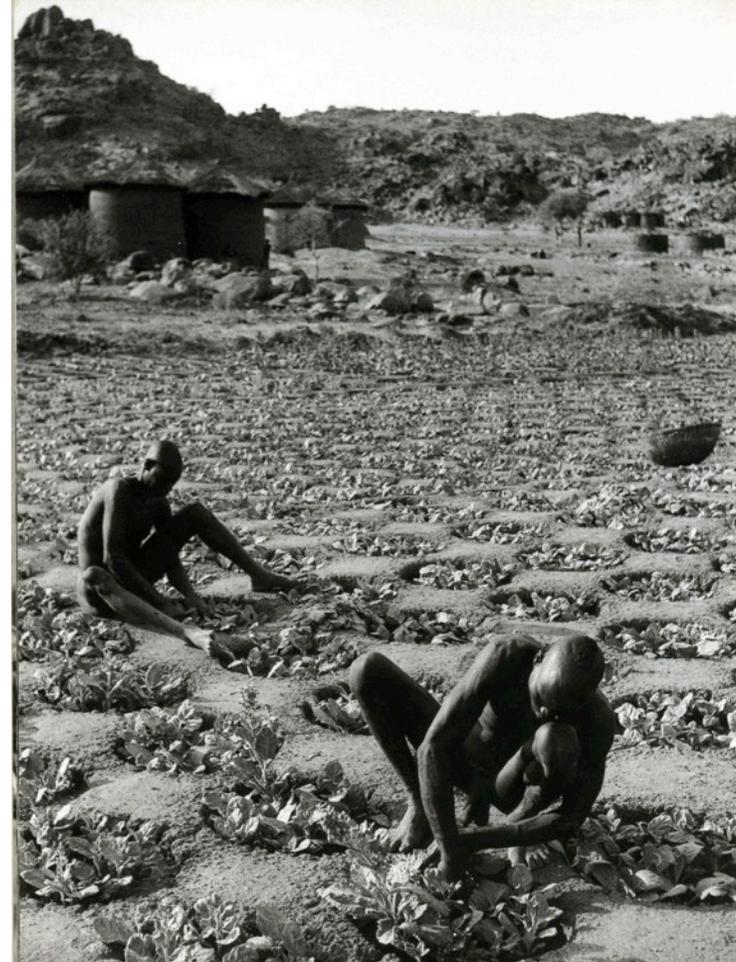
# Le etaghas

Aree pianeggianti tra le valli, allagate dopo le piogge occasionali



# Le etaghas

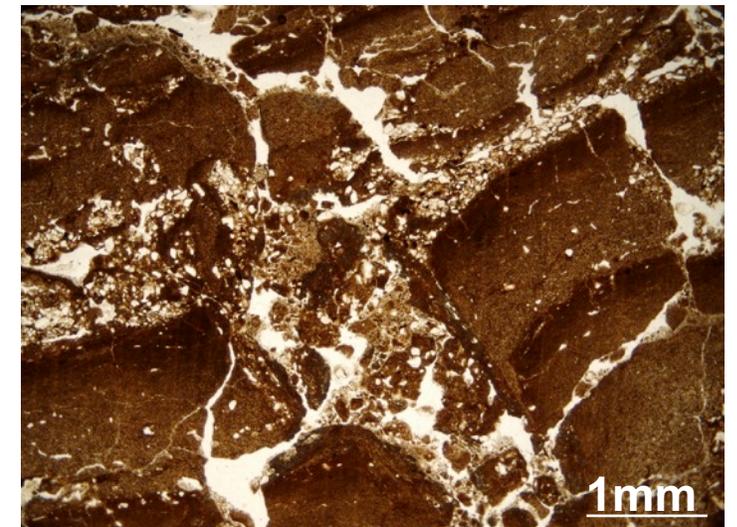
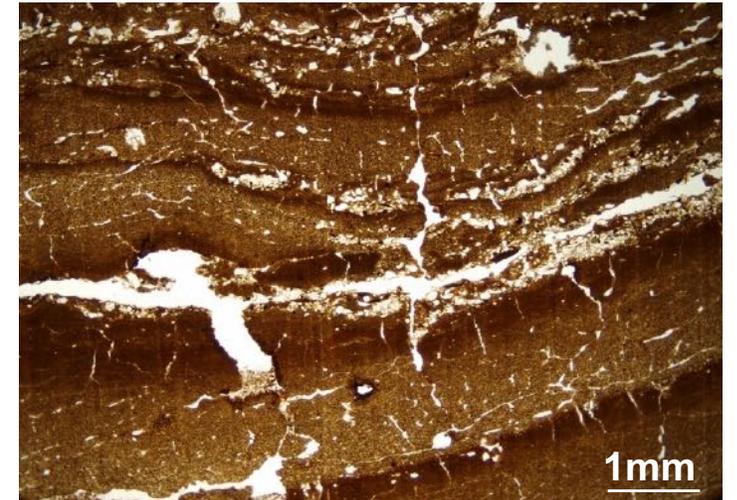
Tracce effimere di coltivazione recente?



Nuba people (Rodgers, 1955)

# Le etaghas

I fori per le piante: protezione e trattenimento umidità



# Le etaghas

La partizione dei campi e gli attrezzi agricoli

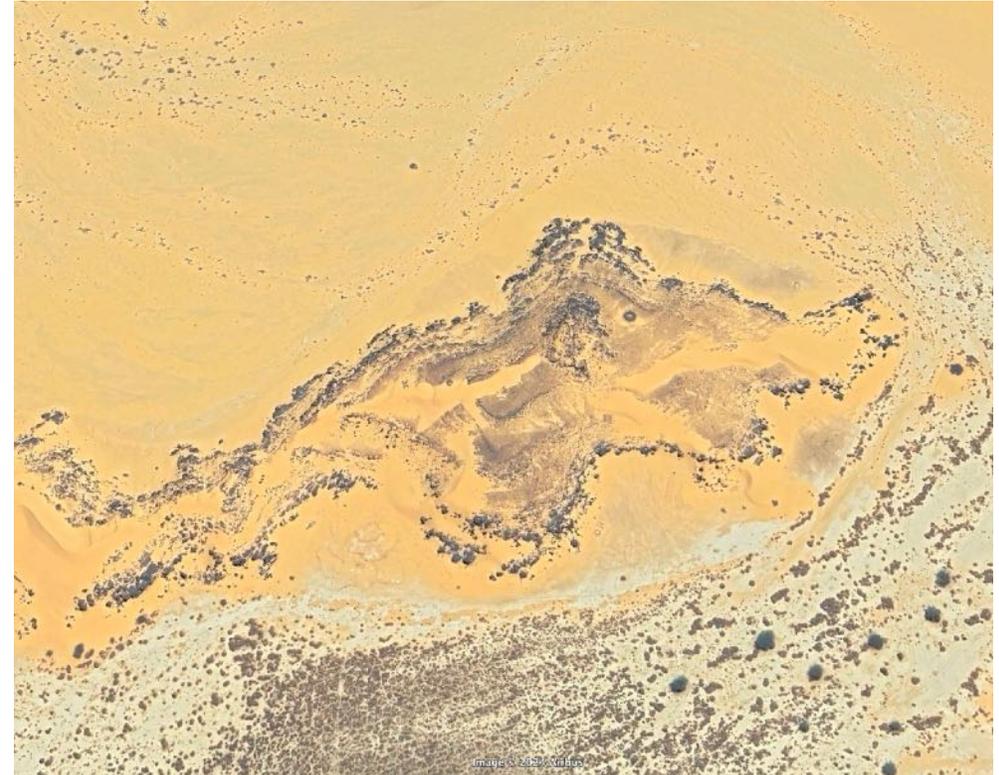


# Le etaghas

Un paesaggio agrario ben più complesso, con molte tracce persistenti, evidenti sul terreno e da satellite

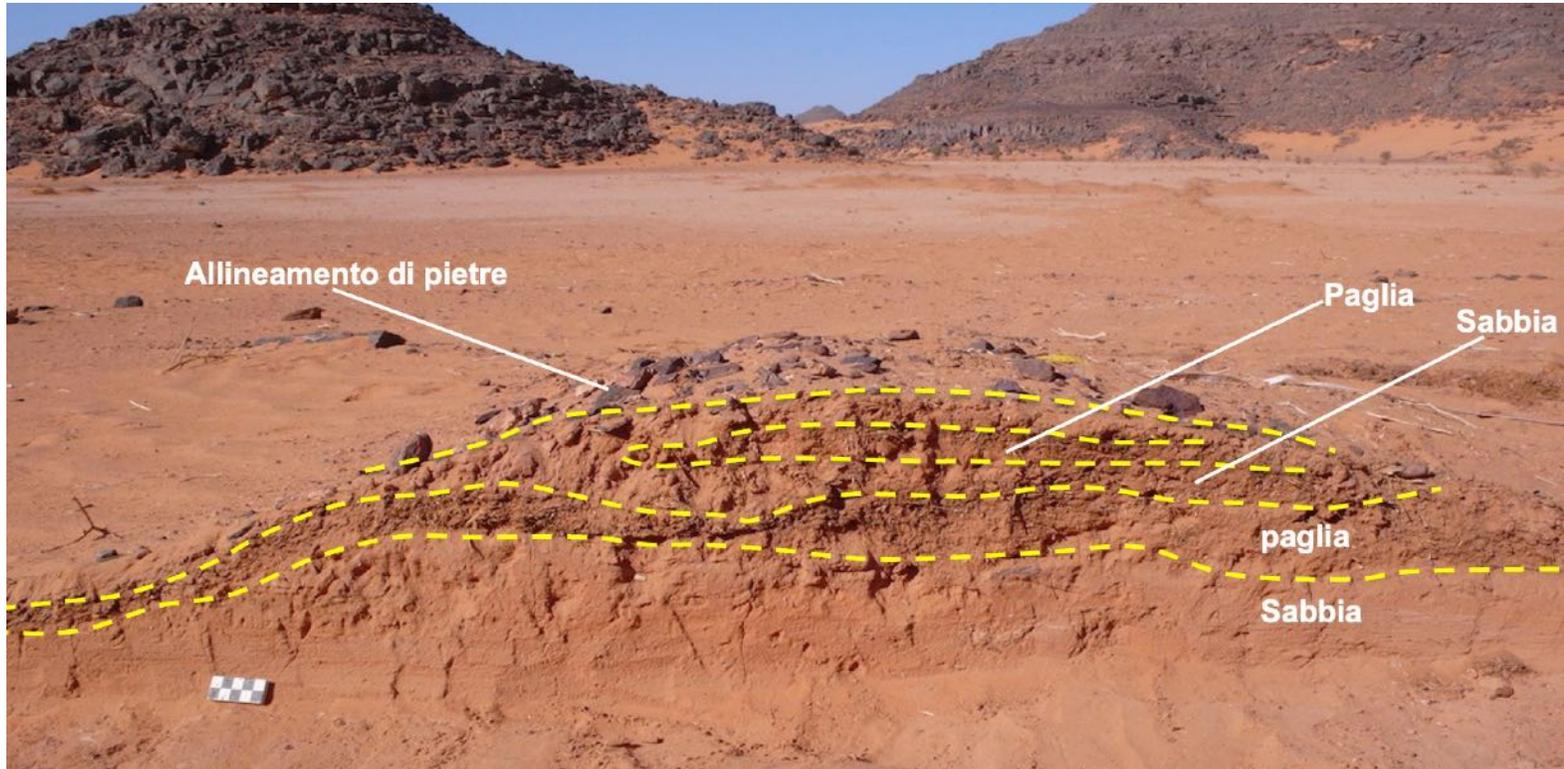


di Lemia et al., 2020



# Le etaghas

Un paesaggio agrario ben più complesso, con molte tracce persistenti, evidenti sul terreno e da satellite

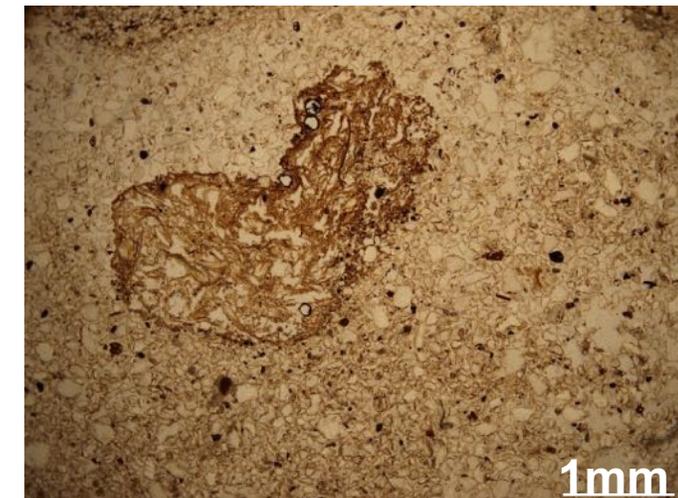
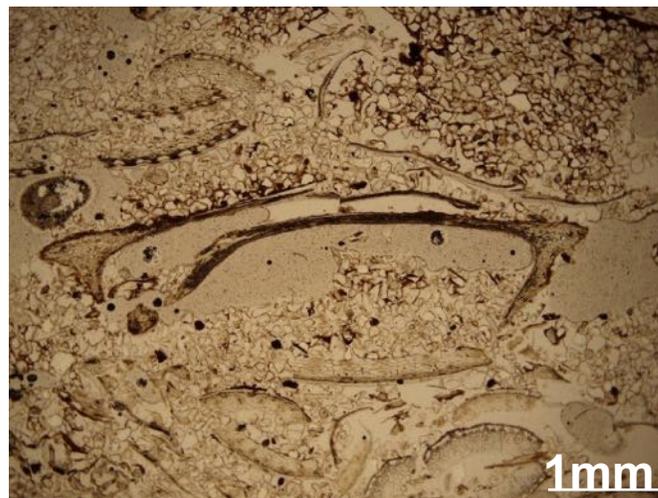
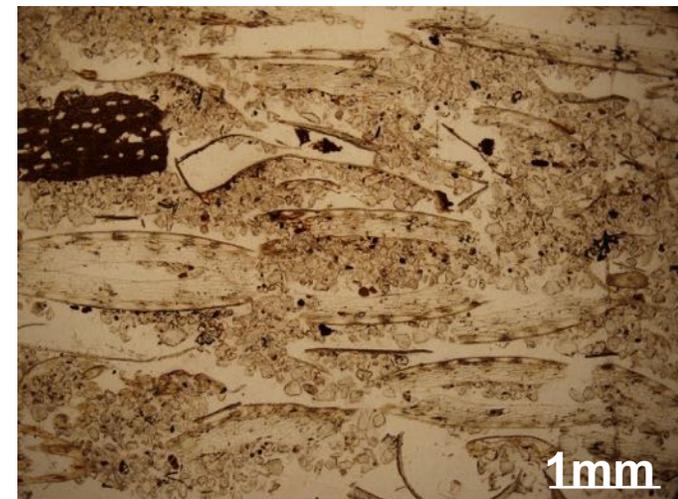
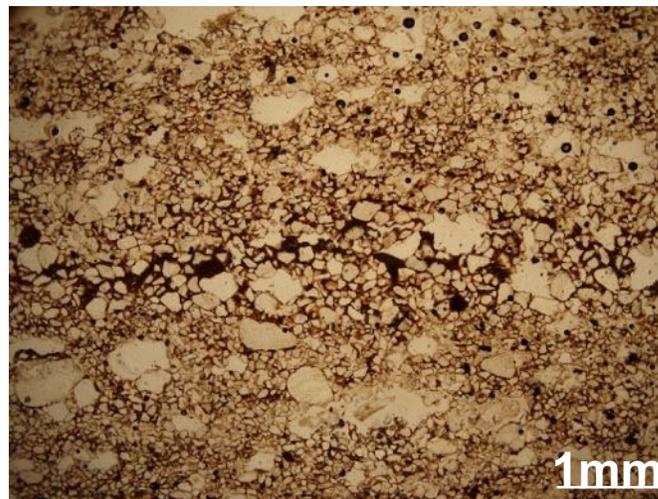
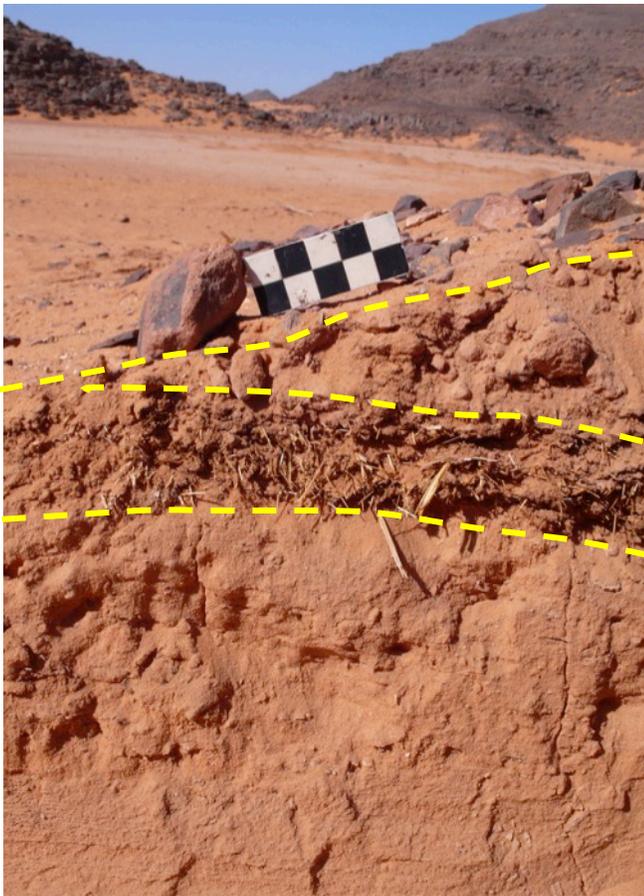


di Lernia et al., 2020



# Le etaghas

Un paesaggio agrario ben più complesso, con molte tracce persistenti, evidenti sul terreno, da satellite e in laboratorio



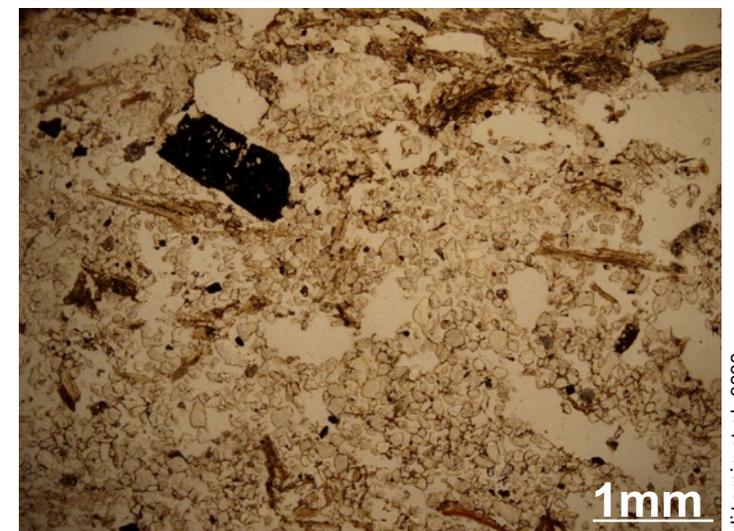
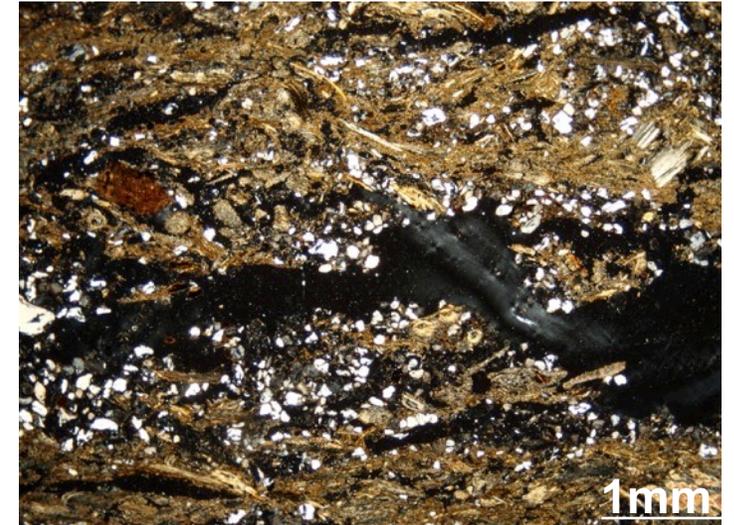
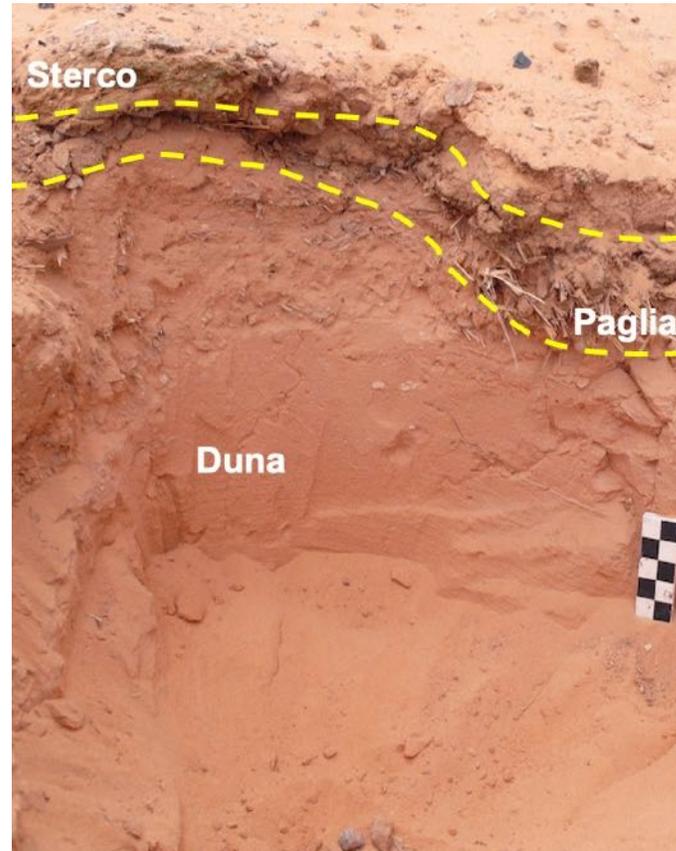
# Le etaghas

Ma questo sistema di sfruttamento delle risorse quanto è vecchio? Che evidenze ci sono?



# Le etaghas

Ma questo sistema di sfruttamento delle risorse quanto è vecchio? Che evidenze ci sono? Almeno vecchie di 2000 anni!



di Lernia et al., 2020

# Le etaghas

Ma questo sistema di sfruttamento delle risorse quanto è vecchio? Che evidenze ci sono? Almeno vecchie di 2000 anni!



di Lernia et al., 2020

# Le etaghas

Ma questo sistema di sfruttamento delle risorse quanto è vecchio? Che evidenze ci sono? Almeno vecchie di 2000 anni!



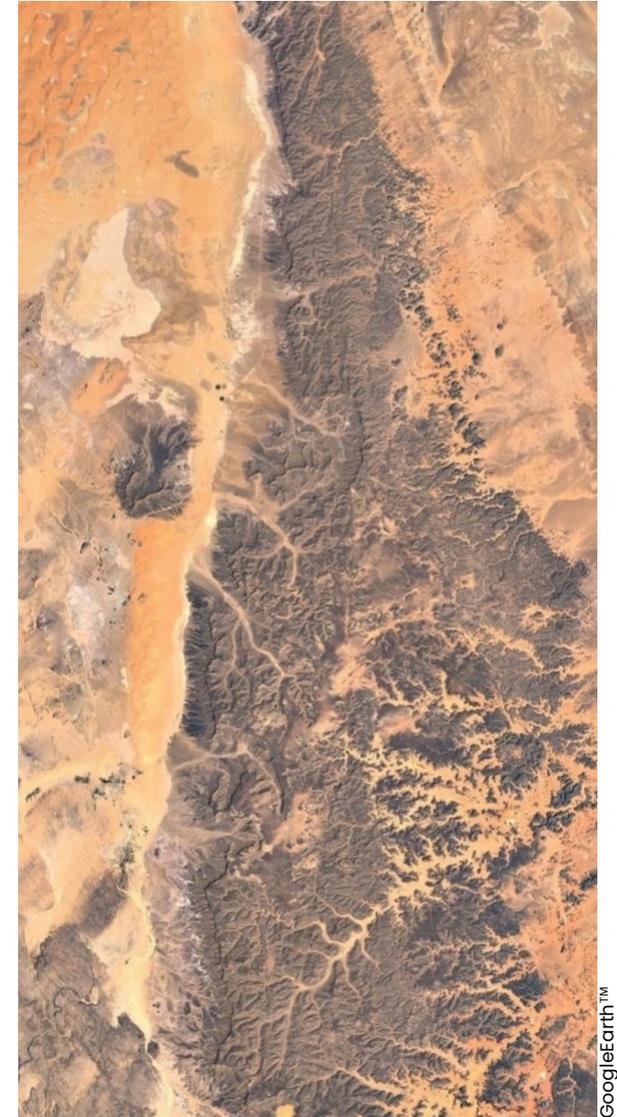
di Lermia et al., 2020

# Torniamo alla fine del periodo più piovoso...

Poco lontano dalle etaghas, lungo la valle di un fiume che si stava lentamente seccando per la diminuzione delle piogge



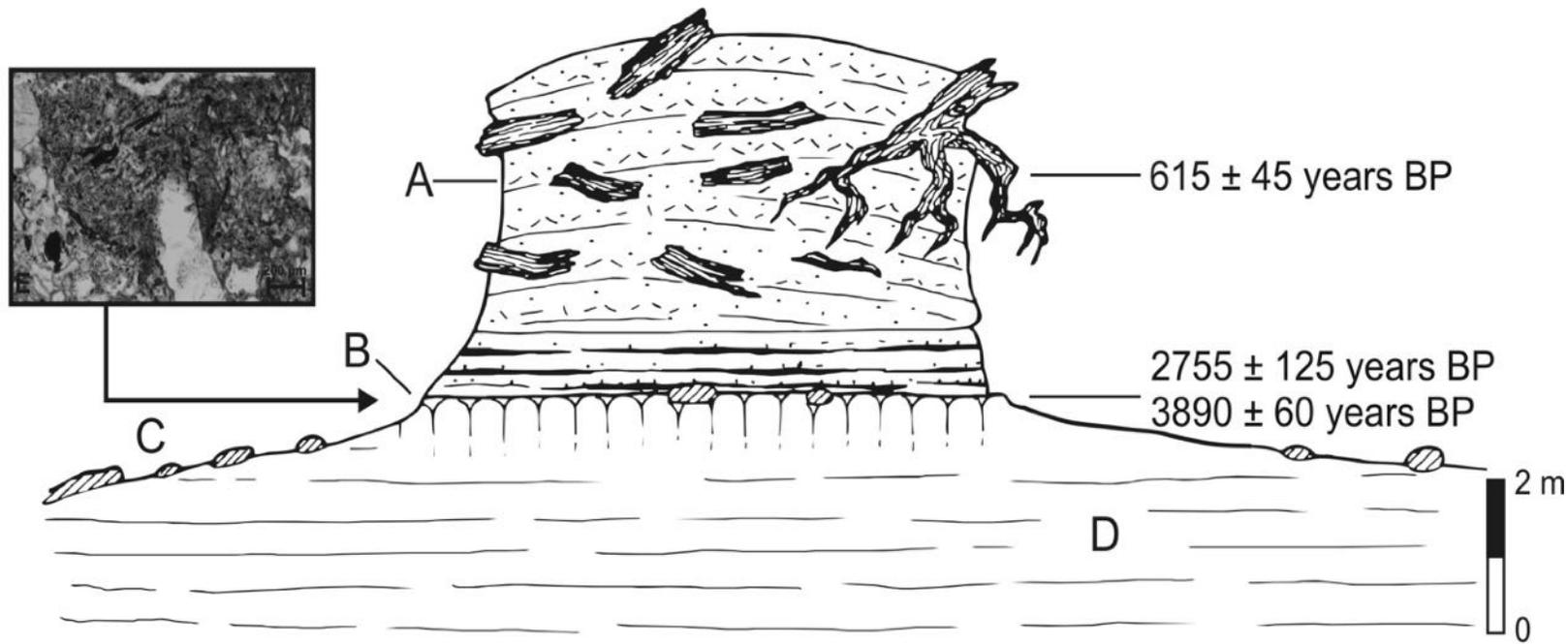
Grande piena dell'wadi Tanezzuft presso Gat (Fezzàn)  
Sullo sfondo la "Montagna dei diavoli" (Gebèl Uol Idinen)



GoogleEarth™

# Torniamo alla fine del periodo più piovoso...

Al di sotto delle dune fitogeniche, tracce di coltivazione circa 4000 anni fa



Cremašchi and Zerboni, 2009