

CAAM
Centro di Archeometria Archeomatica
Microanalisi
"Domenico Fossataro"
Università G. D'Annunzio Chieti-Pescara



Il geologo e (o per) i beni culturali

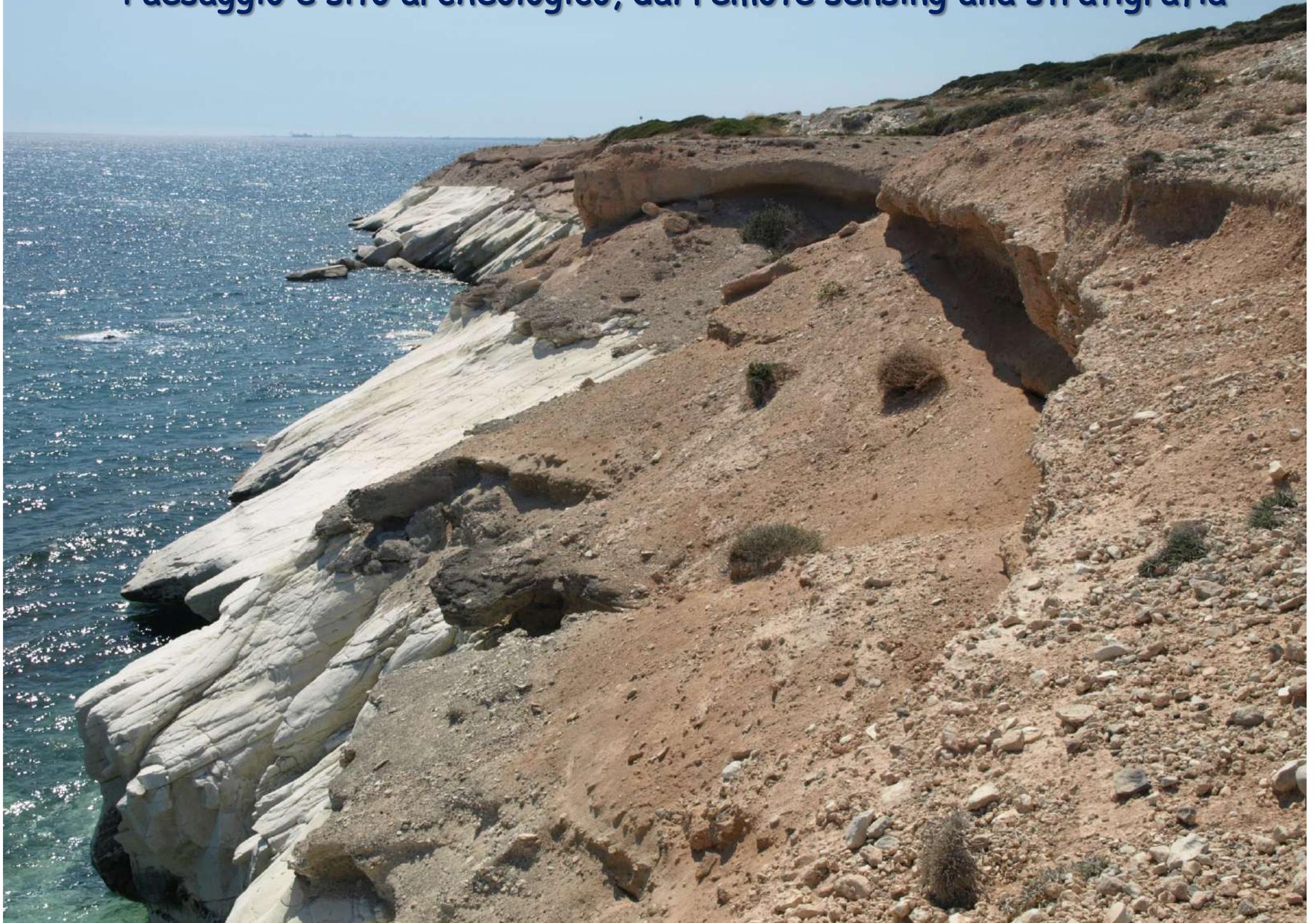
Silvano Agostini

già Servizio Geologico e Paleontologico SABAP Abruzzo

CAAM

Centro di Ateneo Archeometria Archeomatica Microanalisi - Università G. D'Annunzio

Paesaggio e sito archeologico, dal remote sensing alla stratigrafia



**«every archeological problem starts as problem in geoarcheology»
Colin Renfrew – Archaeology and the Earth Sciences 1976 -**

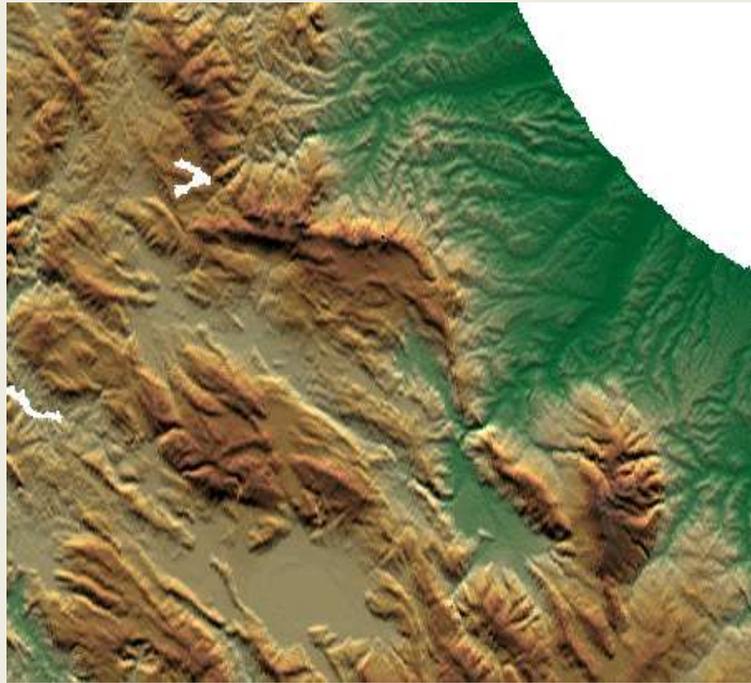
Studio geoarcheologico di un territorio

- caratterizzazione geolitologica e fisiografica geomorfologica (UGF *) del territorio di interesse;
- individuazione delle aree da investigare sulla base della interpretazione delle immagini telerilevate;
- strategia della fase di ricognizione archeologica s.s.
- scelta dei metodi di prospezione geofisica da impiegare;
- elaborazione ed interpretazione di tutti i dati acquisiti;
- saggi di scavo
- taratura dei dati prerilevati

* *defizione di unità e sottounità geomorfologica fondamentale (UGF)*

Con Unità Geomorfologiche Fondamentali "U.G.F." si intendono gruppi litologici omogenei per natura, permeabilità, erodibilità, processi geomorfici (forme del paesaggio) e coperture di suoli tipo (ad esempio i suoli bruni, le terre rosse o i suoli redziniformi dell'UGF G). Ovverosia con le U.G.F. sono contraddistinti contesti geoambientali caratterizzati, ciascuno, da specifici aspetti geomorfologici. I caratteri chimici e fisici dei suoli, inoltre, possono far suddividere in sotto unità ad esempio G1c (piane carsiche), G1s (versanti) o G1a (zona sommitale) un'area. Queste sotto unità posso evidenziare un remoto uso agricolo del terreno (contenuto di fosforo e o di potassio) o altri aspetti utili per lo studio geoarcheologico di un'area. Le alluvioni UGF B e i detriti di età recente UGF C, come pure i sedimenti di suoli (detriti di suoli erosi) e colluvi in quest'ultima unità, testimoniano gli effetti di variazioni climatiche nell'Olocene e relativi processi idrogeomorfologici naturali o altresì anche l'impatto antropico sui versanti (disboscamento etc.) che può o ha potuto determinare o amplificare i suddetti processi. Le informazioni forniteci, dalla vegetazione (anche residua) o dalle piante definite "infestanti", completano le ricostruzioni per l'evoluzione del territorio e il suo uso da parte dell'uomo nel tempo (Agostini e Rossi 1989).

Agostini e Rossi 1989 - Le caratteristiche geomorfologiche del territorio pp. 55-59, in Amplero: archeologia e storia di un centro italico-romano. 20 anni di ricerche. Catalogo della mostra a cura di C. Letta e M. Paoletti.



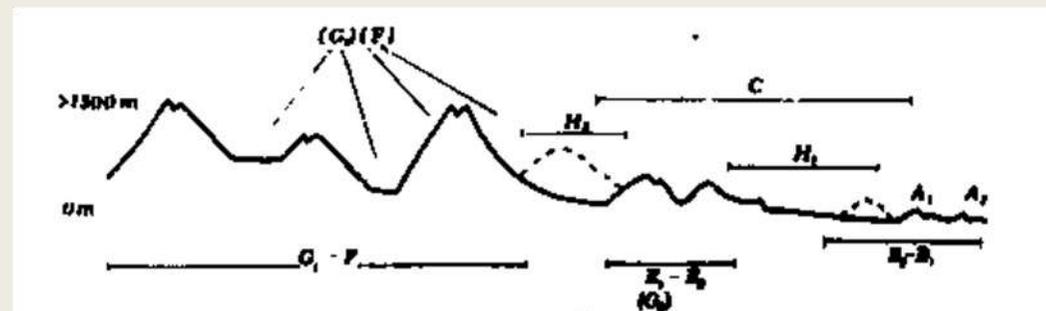
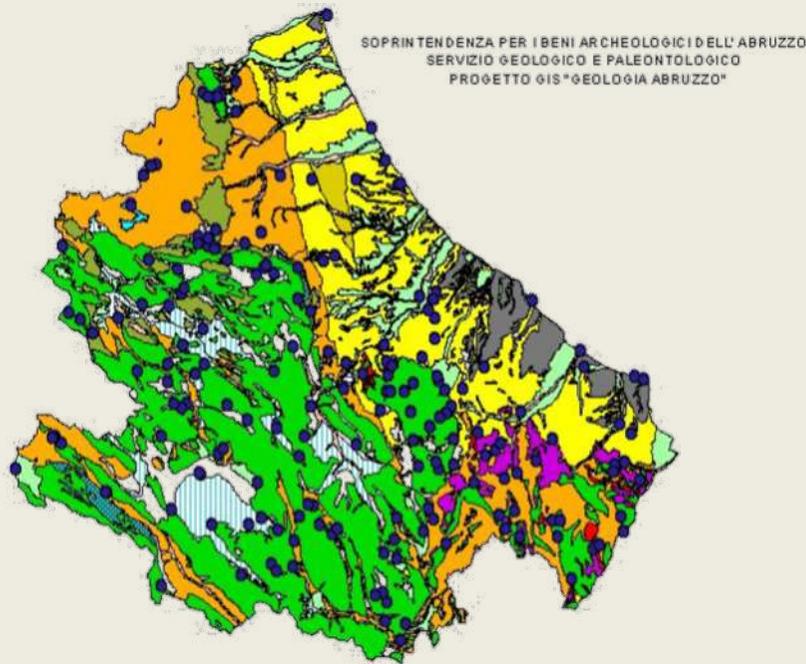
Caratterizzazione idrogeomorfologica del territorio di interesse (UGF e sottunità) a diversa scala

Nella carta sono stati riportati alcuni paesaggi (i numeri corrispondono all'elenco sottostante) lungo un asse appennino-adriatico.

Paesaggi

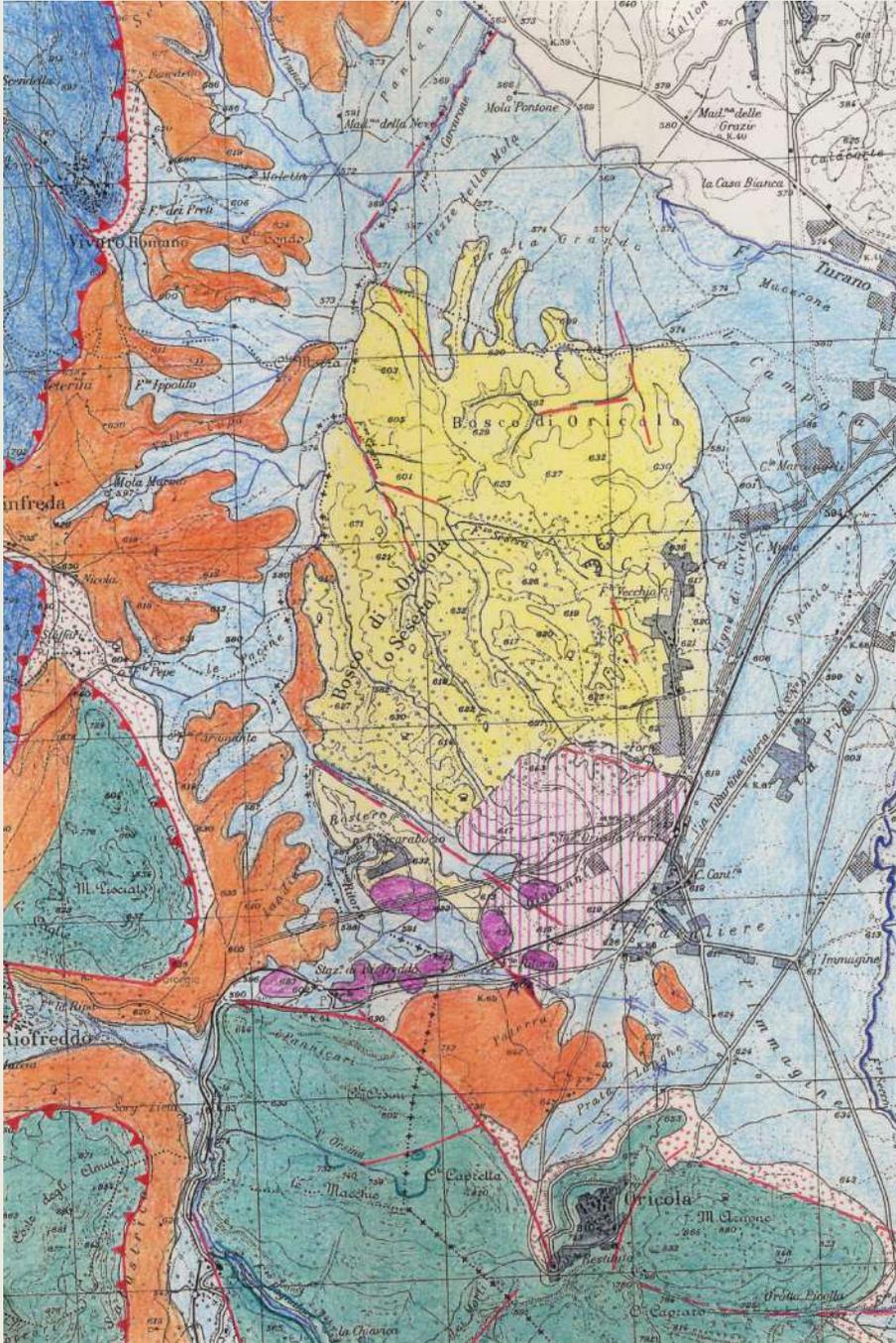
- 1) Conca intermontana
- 2) Zona montana
- 3) Zona pedemontana
- 4) Zona collinare
- 5) Zona dei terrazzi alluvionali
- 6) Zona costiera e dunare
- 7) Valli intermontane
- 8) Altipiano montano
- 9) Zona calanchiva

U.G.F
 (G₁)
 G₁
 (G₁)
 E₁, H
 B₁, B₂
 A₁, A₂
 (G₁)
 (G₁)
 (E₁)

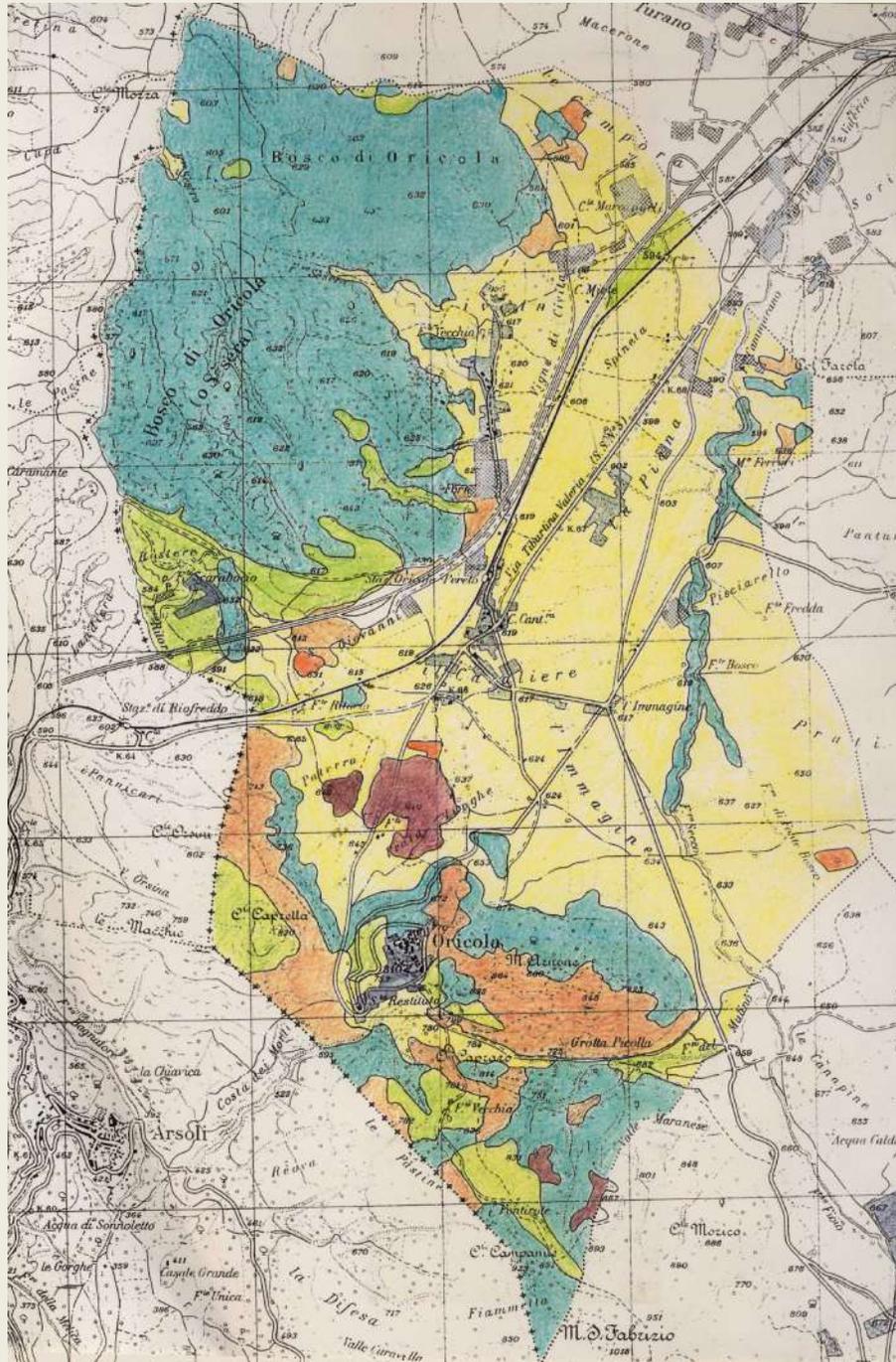


Transect ideale Appennino-Adriatico ed ubicazione delle principali U.G.F. (fuori scala)

Carta Geologica



Carta dell'Uso del Suolo



USO DEL SUOLO	RICOGNIZIONE SUL TERRENO	TELERILEVAMENTO
 Seminativo irriguo	Alta	Alta
 Vigneto specializ. Frutteto specializ. Oliveto specializ.	Alta Alta	Media
 Incolto con alberi	Bassa	Bassa
 Incolto cespugliato	Bassa-media	Bassa-media
 Pascolo prato permanente pascolo pascolo pascolo degradato	Media	Media
 Bosco di latifoglie fustaia, bosco di latifoglie ceduo, bosco di conifere, bosco misto	Bassa	Bassa

Uso del Suolo ↔ Visibilità

Categoria**Ricognizione
mirata. ^[1]****Remote sensing ^[2]****Geofisica ^[3]**

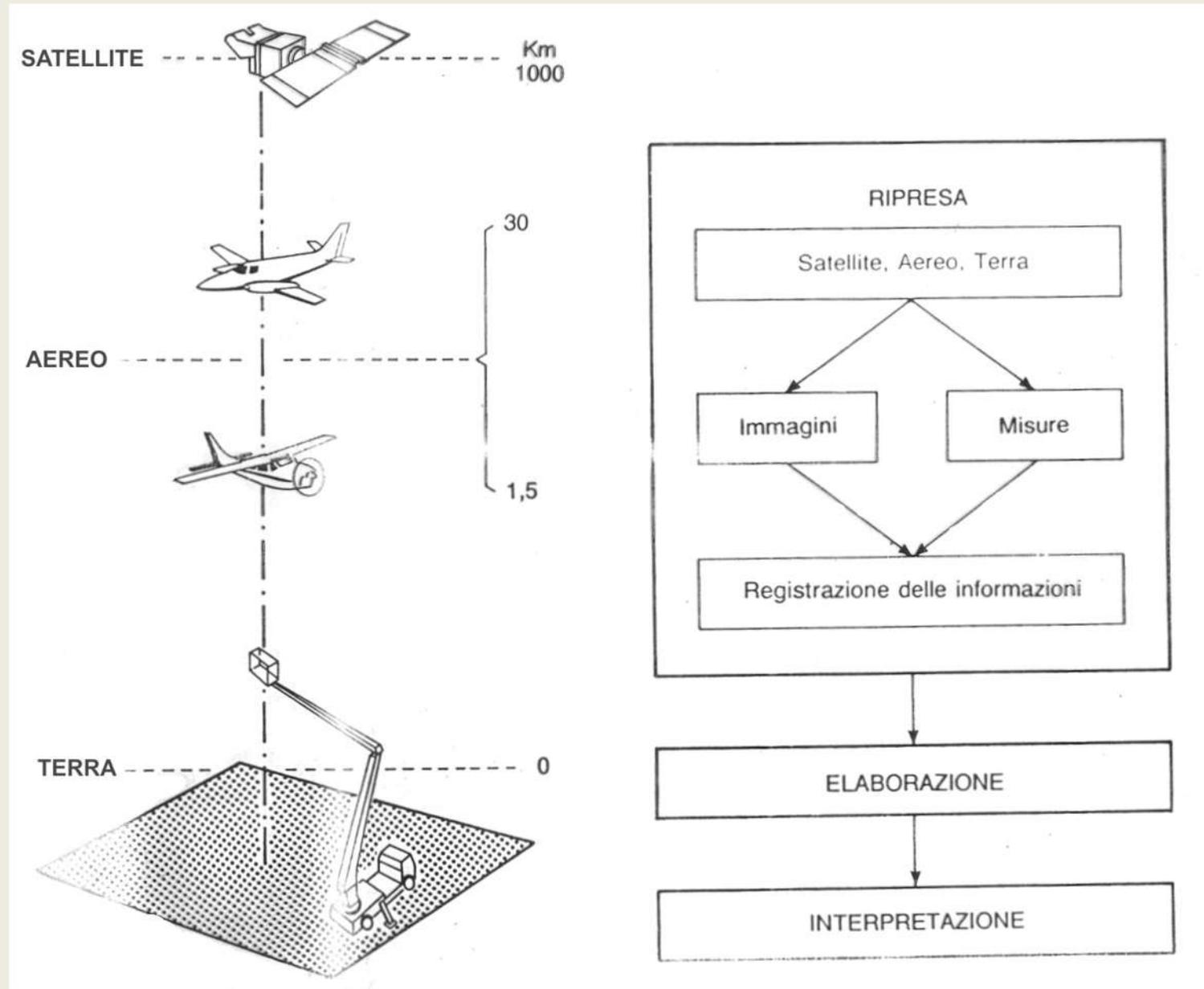
Edificato	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Seminativo	No	Media							
Seminativo arborato	No	Bassa	Media						
Colture legnose e agrarie	No	Media							
Bosco latifoglie	No	Bassa							
Altre formazioni boschive	No	Bassa							
Pascolo prateria	Si	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media
Prato pascolo	Si	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media
Incolto	Si	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media
Altri incolti	Si	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media
Aree nude	Si	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media	Media

^[1] **Random e stagionale**

^[2] **Satellite, foto aeree, drone**

^[3] **Geoelettrica, geomagnetica, GPR, sismica**

Telerilevamento



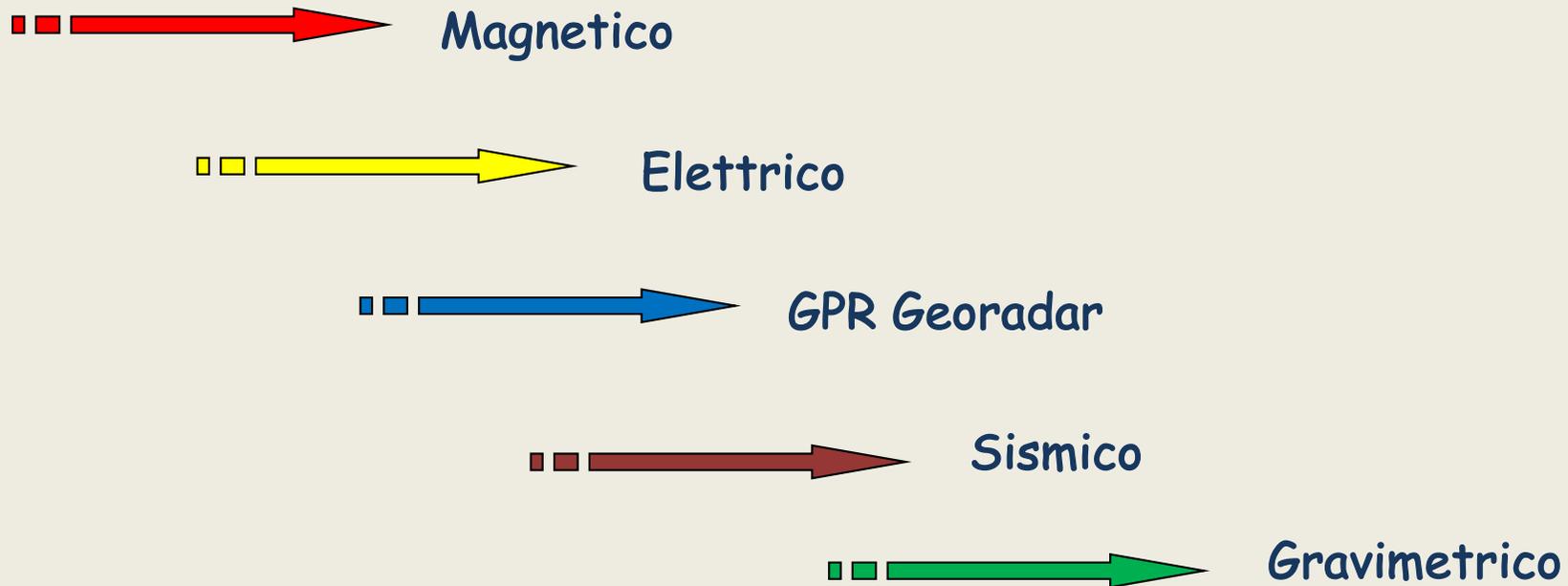
Telerilevamento con droni con macchina fotografica macchina fotografica I.R. Lidar



- rilievi fotogrammetrici di siti archeologici a bassa quota (dai 20 ai 150 metri);
- analisi di nuclei abitativi edificati per la lettura della viabilità antica ed i rapporti tra essa e l'edificato storico, per la migliore comprensione delle dinamiche evolutive del tessuto urbano e delle paleomorfologie
- ispezioni e rilievi fotografici di dettaglio di strutture architettoniche in elevato come acquedotti antichi, palazzi storici, monumenti e tutte quelle tipologie di strutture in cui sia necessario analizzare le parti più alte o non raggiungibili senza l'ausilio di mezzi meccanici o ponteggi per le ispezioni
- di strutture architettoniche in interni non accessibili direttamente o di dimensioni ridotte mediante l'utilizzo di "micro-droni"
- documentazione immediata delle varie fasi di scavo archeologico stratigrafico nella sua interezza per una mappatura e restituzione grafica (anche 3D) che permetta la "reversibilità" degli interventi di scavo mediante l'analisi delle diverse fasi stratigrafiche sovrapposte

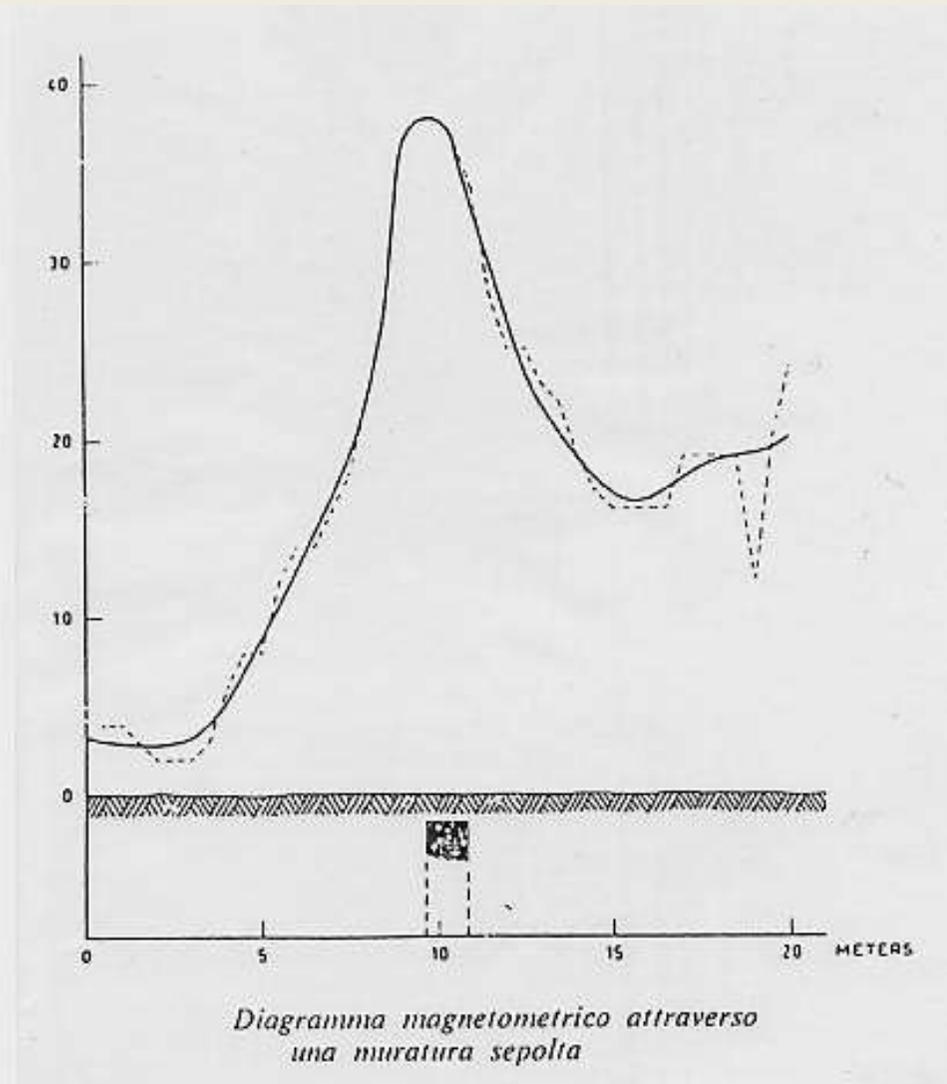
Metodi Geofisici di indagine del sottosuolo:

Le prospezioni geofisiche consentono una ricognizione del sottosuolo di una determinata area mediante la misura, effettuata dalla superficie terrestre, delle variazioni di alcune grandezze fisiche. Dalle variazioni spaziali e temporali di queste grandezze si può ipotizzare la presenza di strutture sepolte.



La scelta del tipo di metodologia da impiegare dipende dalla costituzione geolitologica dei terreni nei quali risulta inserito l'elemento archeologico, dalle condizioni logistiche dell'area oggetto dell'intervento di prospezione, nonché dagli eventuali disturbi causati dalle infrastrutture dei centri abitati e industriali, dalle linee elettriche e ferroviarie.

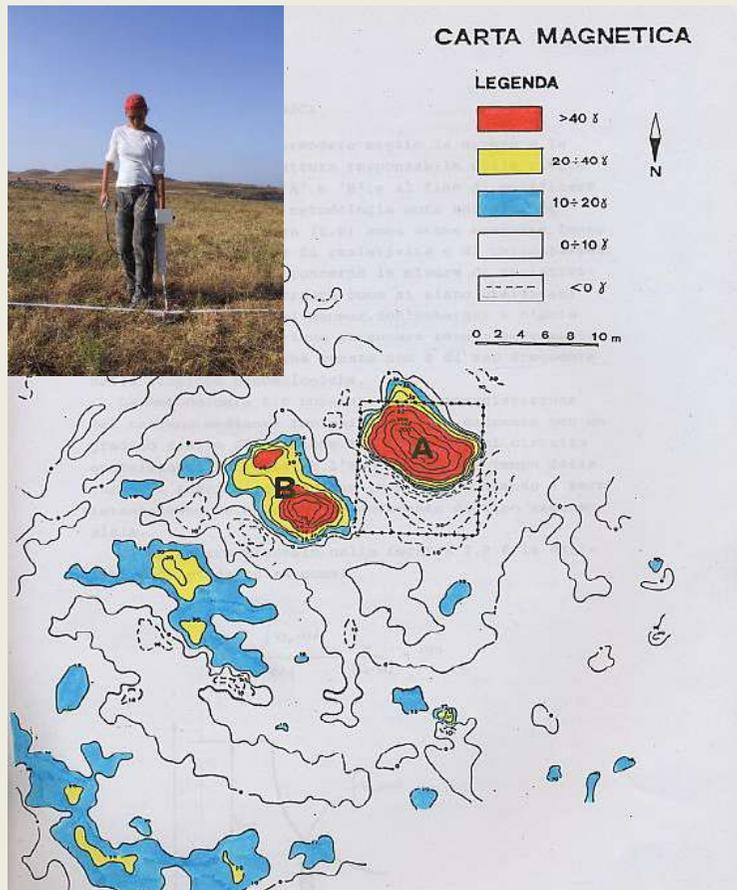
Metodo Magnetico



L'applicazione del *metodo magnetico* in archeologia si basa sull'individuazione delle variazioni del campo magnetico terrestre causate dalla presenza di resti archeologici (murature, tombe, strade, fossati etc.) nel sottosuolo

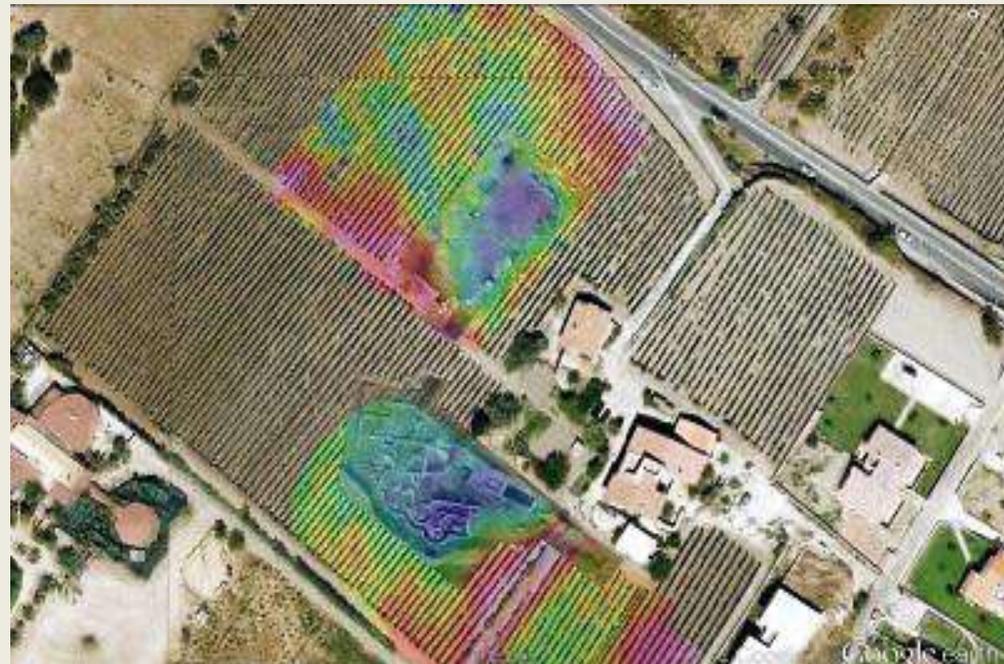
Le strutture archeologiche e il terreno che le ingloba sono caratterizzati da proprietà magnetiche differenti tra loro (diversa *suscettività magnetica*)

Per questo motivo, eseguendo delle misure del campo magnetico in un'area in cui sono presenti delle strutture sepolte, è possibile localizzare le strutture stesse sulla base delle *anomalie* cui esse danno luogo



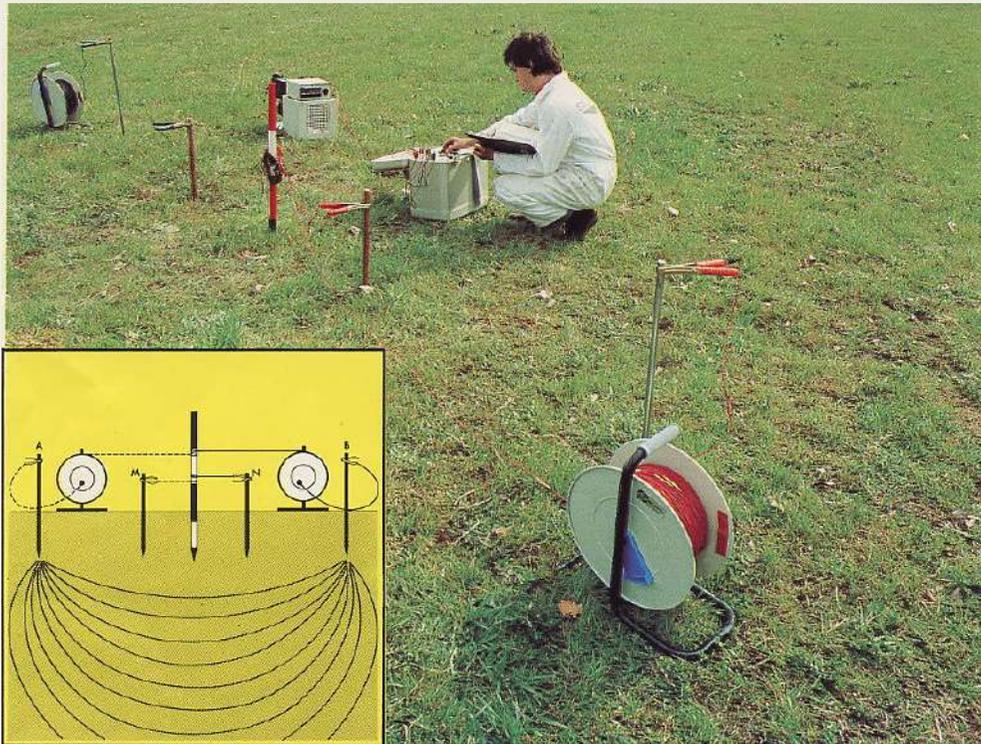
Sul campo il lavoro avviene con un'acquisizione dei dati eseguita, mediante uno strumento chiamato *magnetometro*, lungo profili paralleli che nel loro complesso costituiscono una maglia regolare che ricopre l'intera area da investigare

Prima di procedere con le misure è necessario impostare sul sito una griglia le cui dimensioni possono variare a seconda degli obiettivi e tempi della ricerca archeologica



Metodo Elettrico

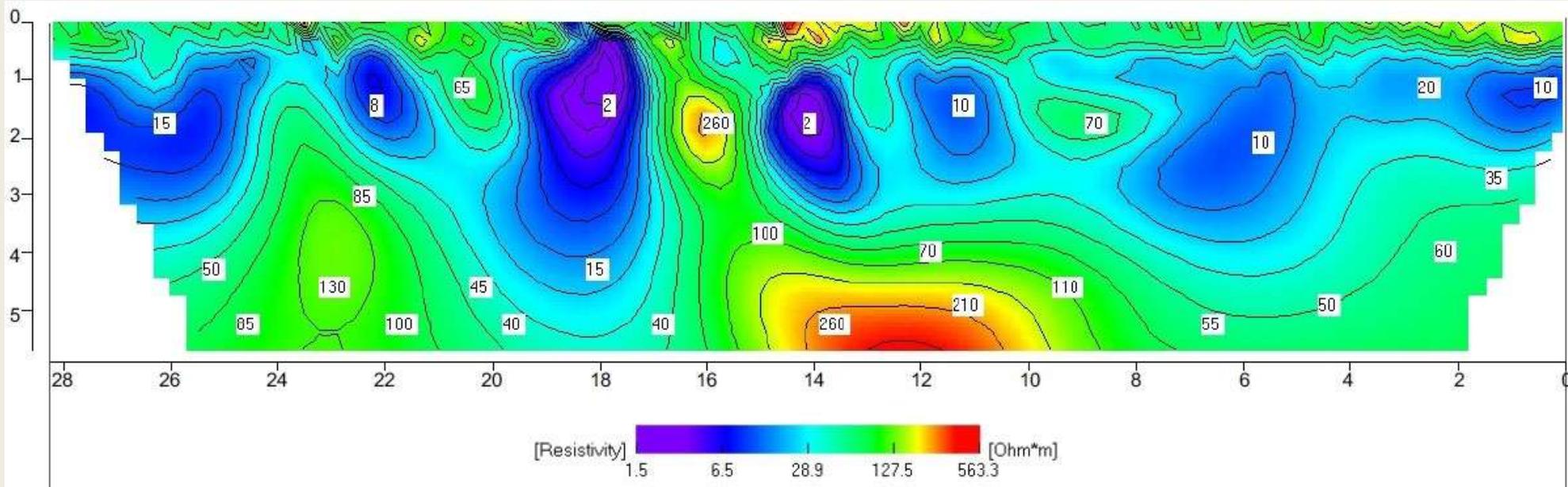
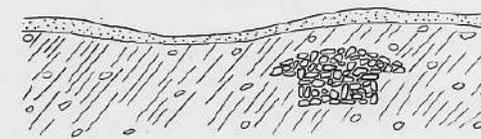
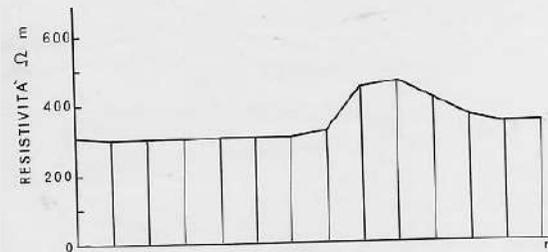
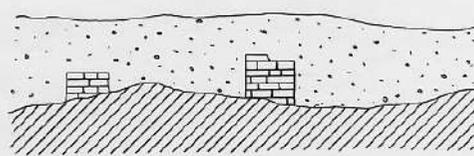
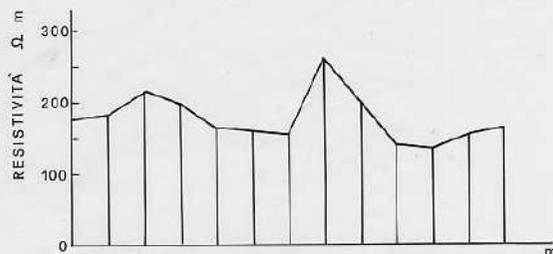
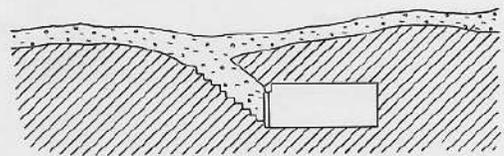
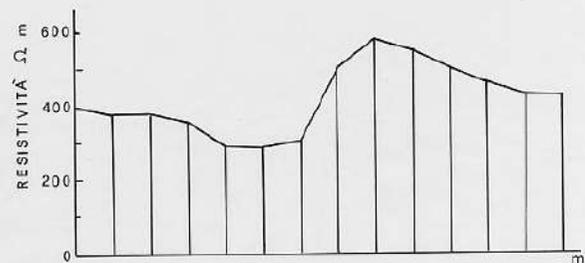
L'applicazione del metodo elettrico in archeologia si basa sul fatto che le strutture archeologiche possono essere caratterizzate da *proprietà elettriche* differenti da quelle del terreno che le ingloba. In particolare questo metodo sfrutta il *contrasto di resistività* che esiste tra strutture e terreno

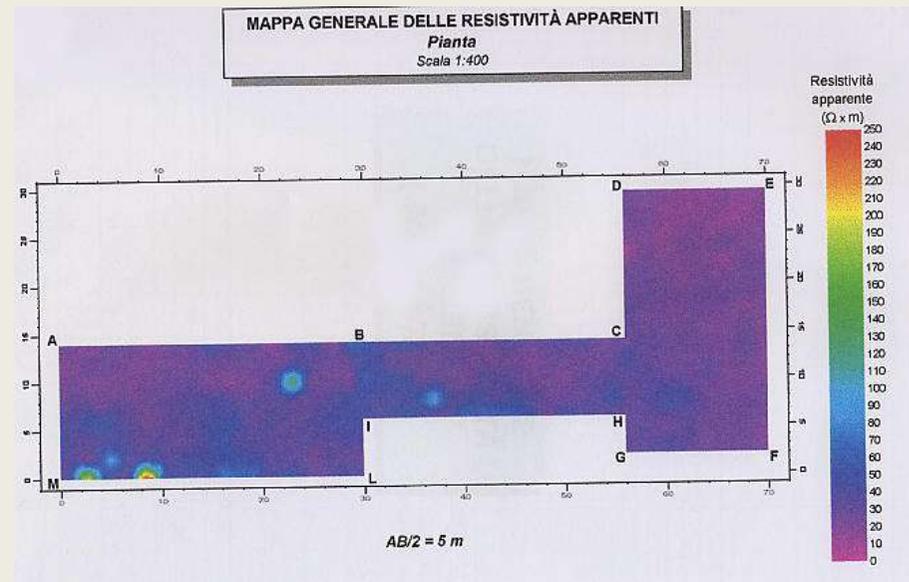
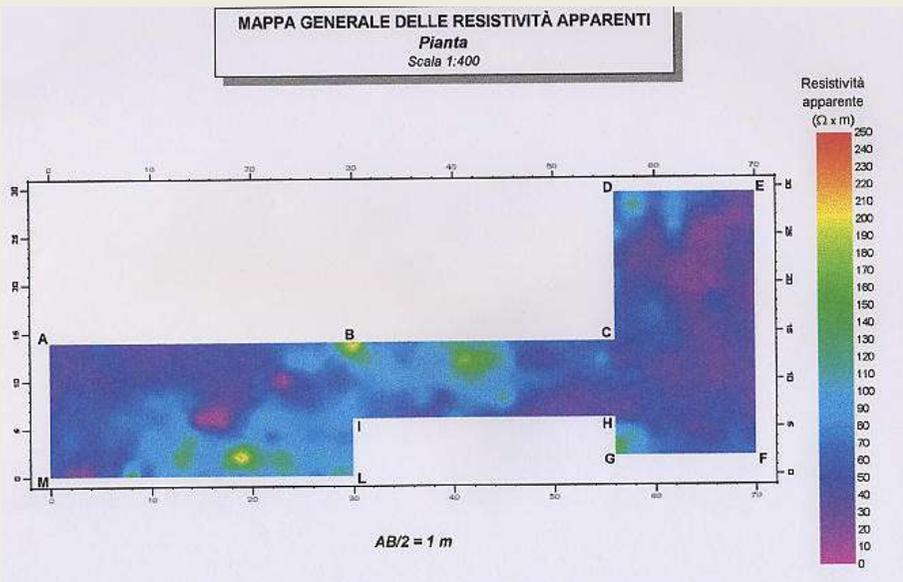
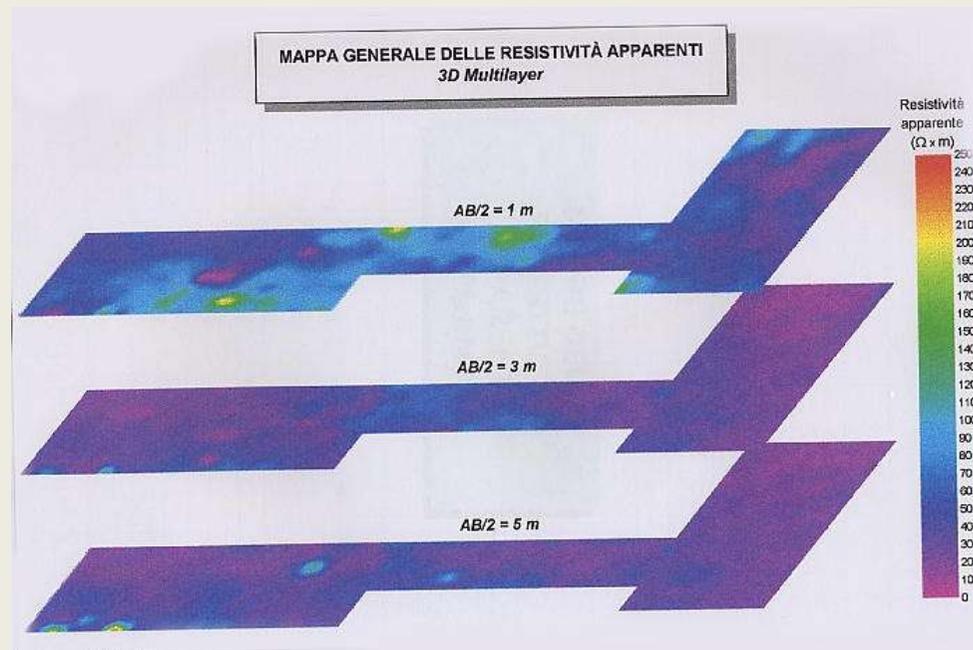
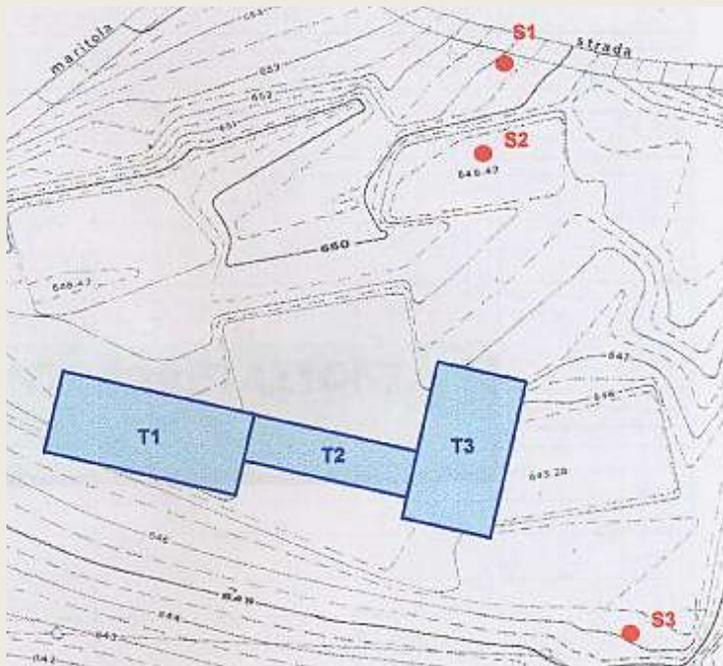


Il metodo consiste nell'inviare nel sottosuolo, tramite due elettrodi A e B detti di energizzazione, una corrente di intensità I nota. Tramite altri due elettrodi, M e N detti di potenziale, si misura la differenza di potenziale ΔV provocata nel terreno dal passaggio della corrente

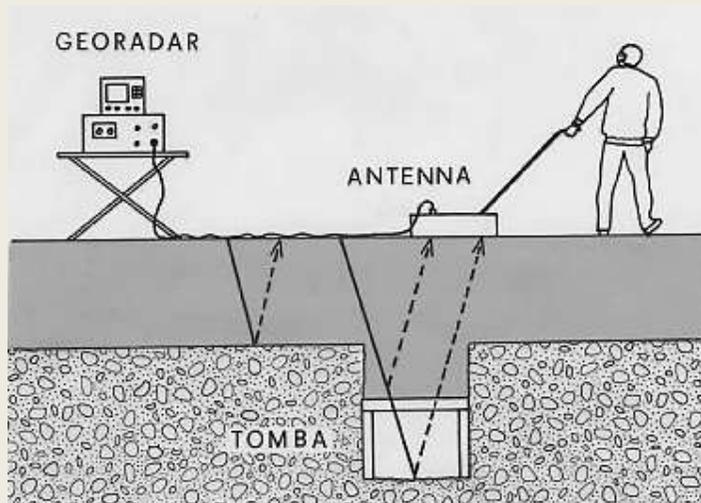
Dalla misura della differenza di potenziale ΔV si ricava la *resistività* ρ , che è una proprietà intrinseca del conduttore, in questo caso il terreno che ingloba le eventuali strutture archeologiche

Il *contrasto di resistività* tra le strutture archeologiche e il terreno permette, attraverso l'esecuzione di misure su tutta l'area, di definire la loro geometria, volume (tomografia elettrica e slice) ed ipotizzare la tipologia delle strutture stesse





GPR Georadar

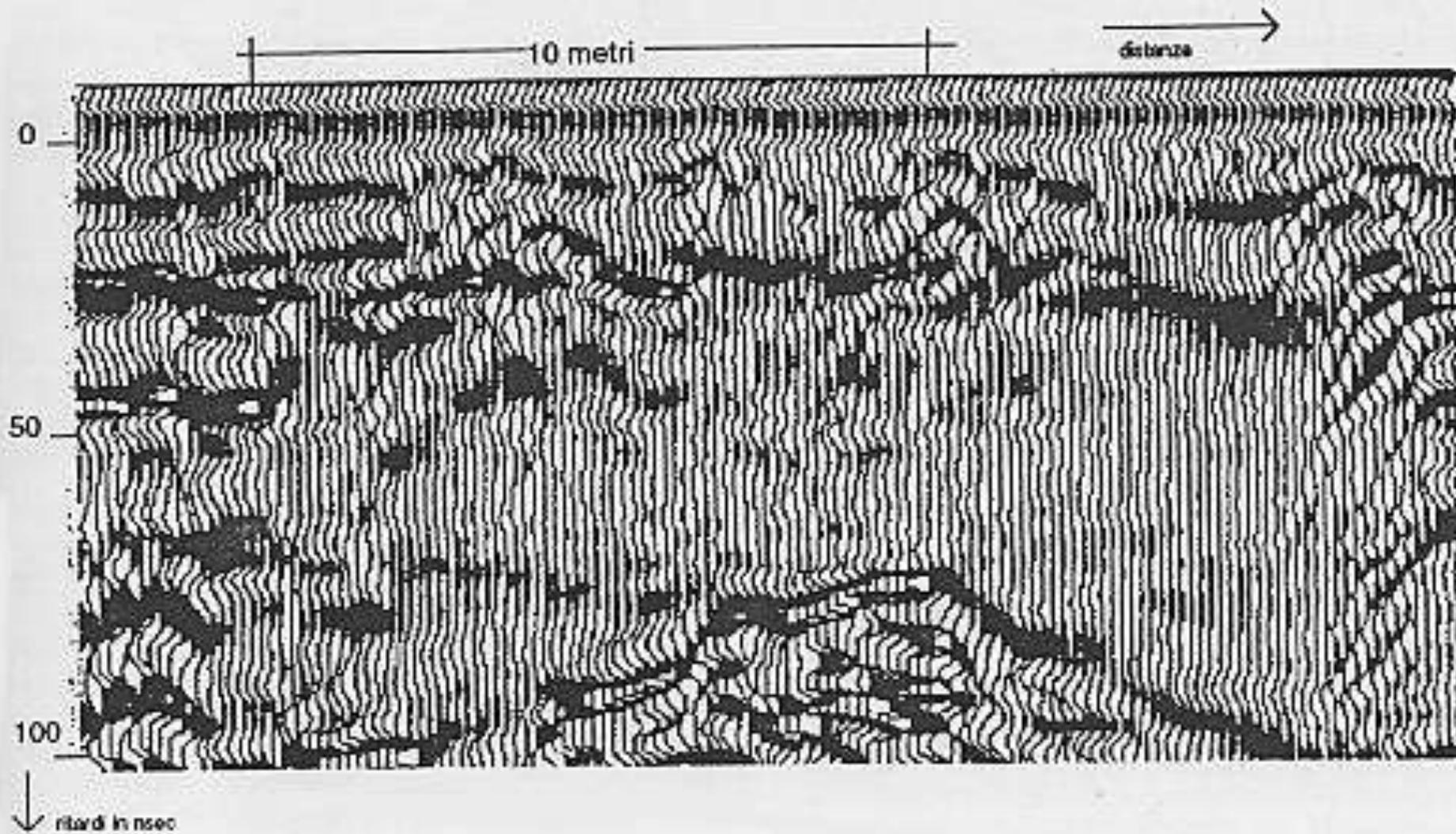


Il sistema trasmettitore-ricevitore viene spostato lungo la superficie da indagare e per ogni punto di questa viene ricavato un radargramma. Il range di esplorazione (profondità) è funzione del tempo di andata e ritorno programmato. I segnali possono essere continui lungo la linea di acquisizione oppure discontinui.

Dal radargramma è possibile determinare la forma e il volume degli "oggetti" e conoscendo i valori di velocità di propagazione in ogni strato del segnale, anche la loro profondità assoluta e non relativa.

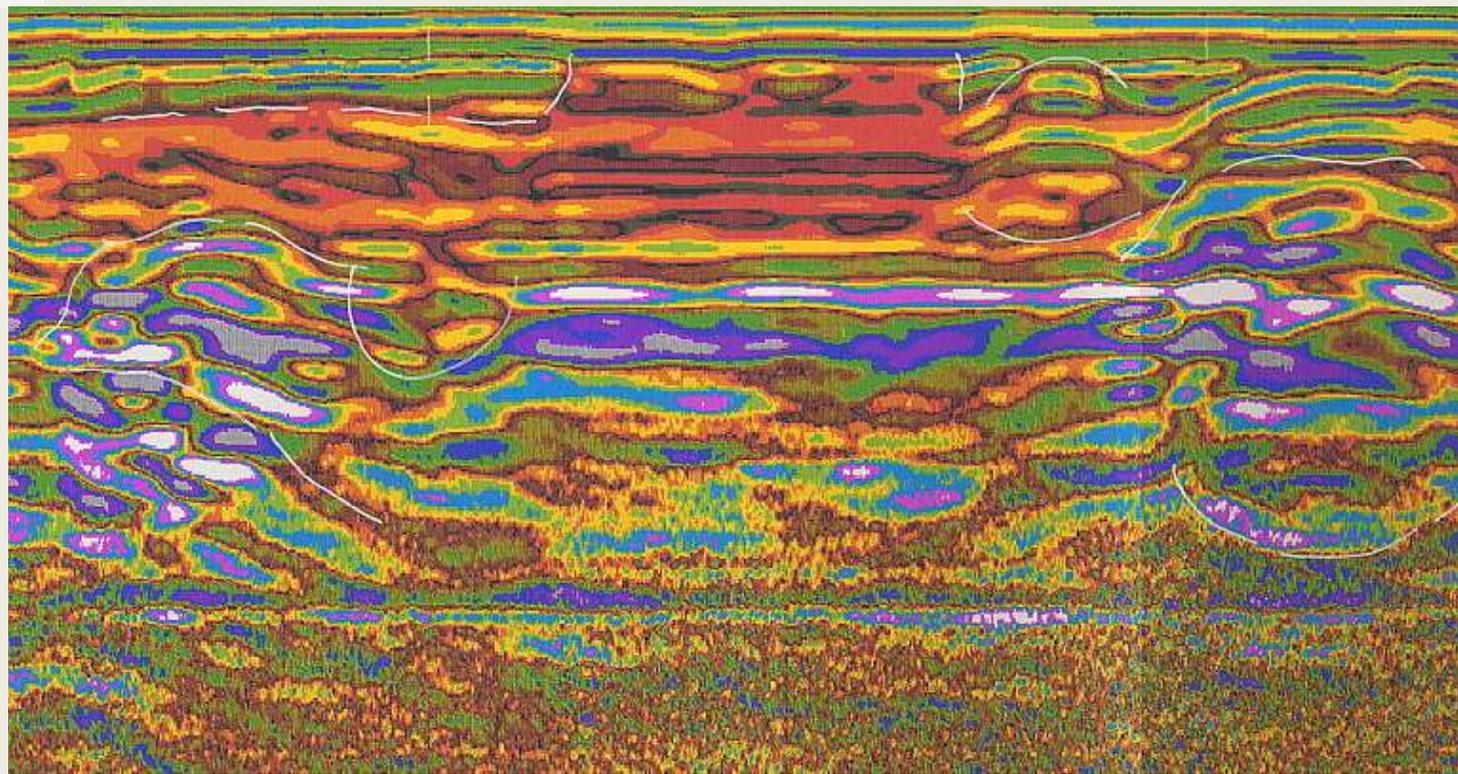
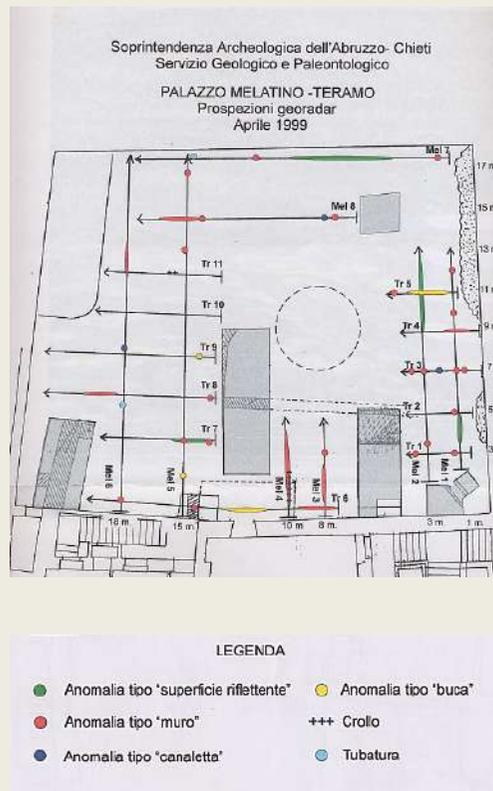
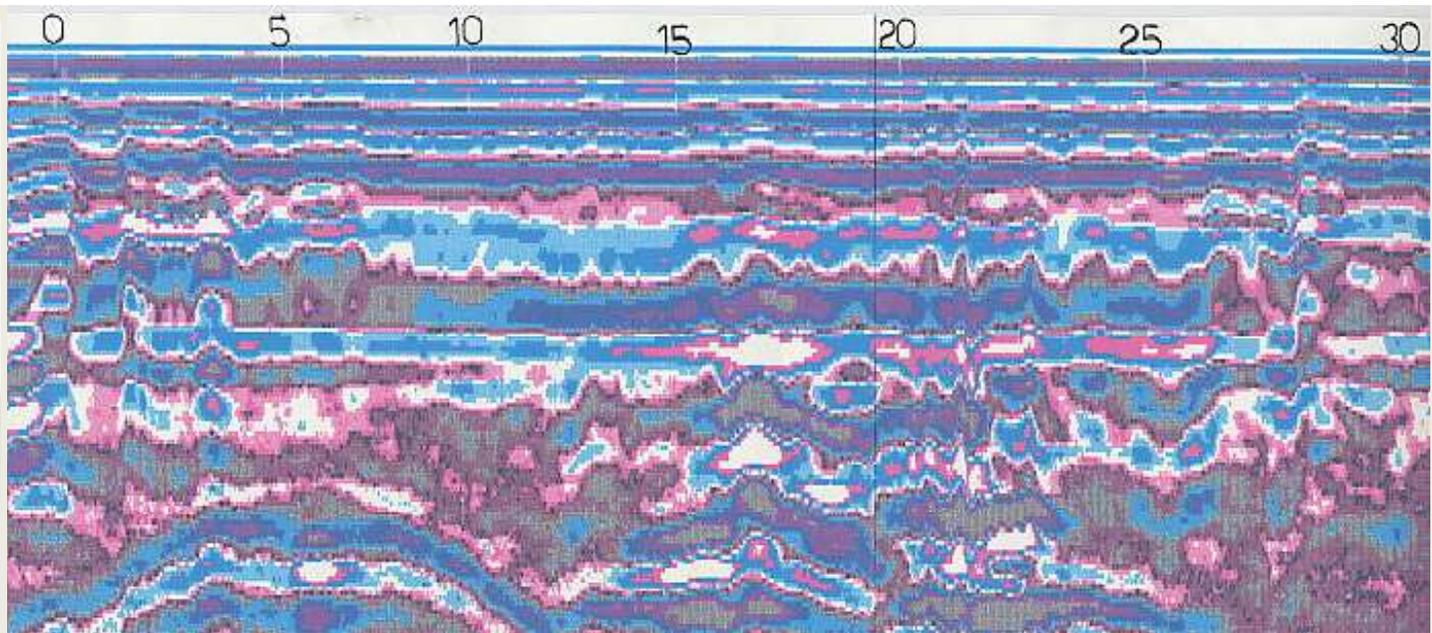
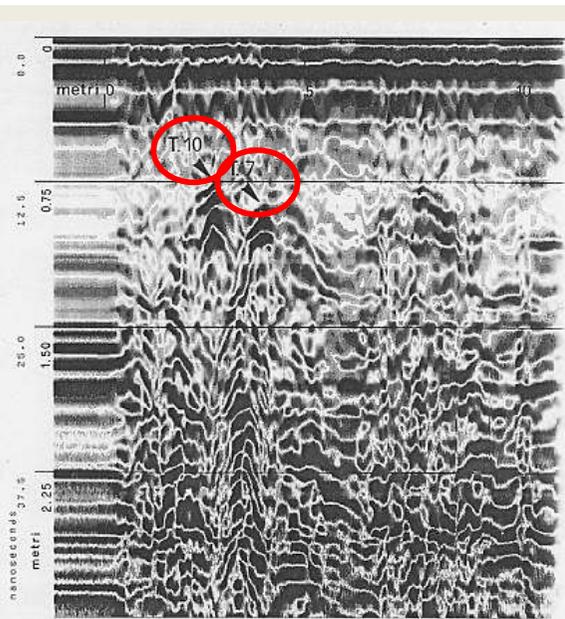


Anche il metodo *Georadar* (*GPR Ground Penetrating Radar*) si basa sull'ipotesi che le strutture archeologiche siano caratterizzate da proprietà elettriche - in questo caso la *costante dielettrica* - differenti da quelle del terreno che le ingloba. Il metodo consente, di rilevare la posizione di un oggetto sepolto misurando l'intervallo di tempo che un impulso elettromagnetico generato da un'antenna impiega per propagarsi nel terreno, raggiungere l'oggetto, venire riflesso da esso (la riflessione è causata dalla diversa costante dielettrica dell'oggetto rispetto a quella del terreno che lo ricopre) e tornare all'antenna con funzione ricevente.



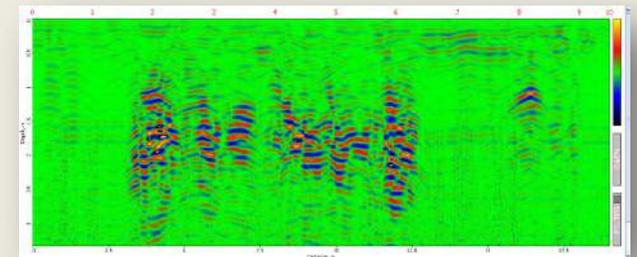
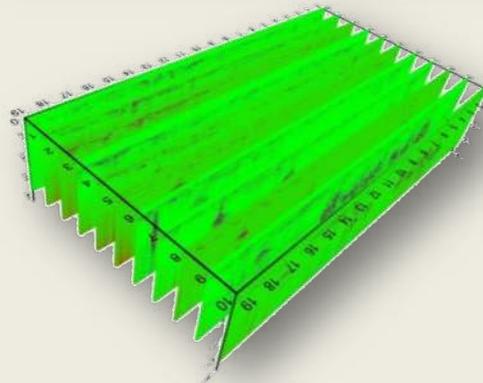
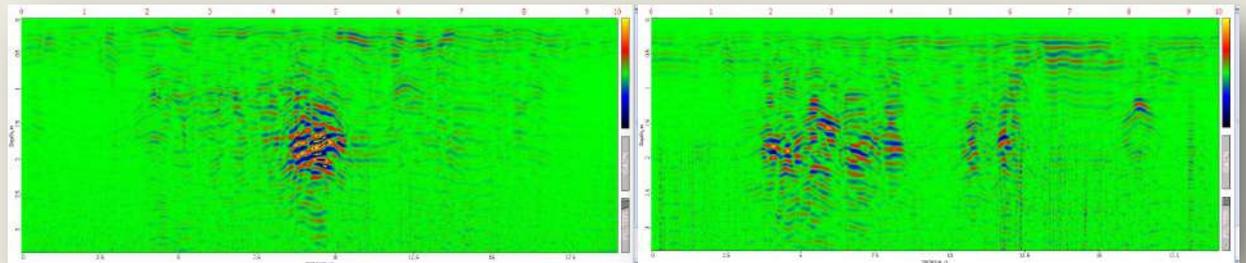
Radargramma o sezione radar raffigurata attraverso le tracce elementari

Esempio di grande tomba a camera messapica con sovrastanti tombe successive



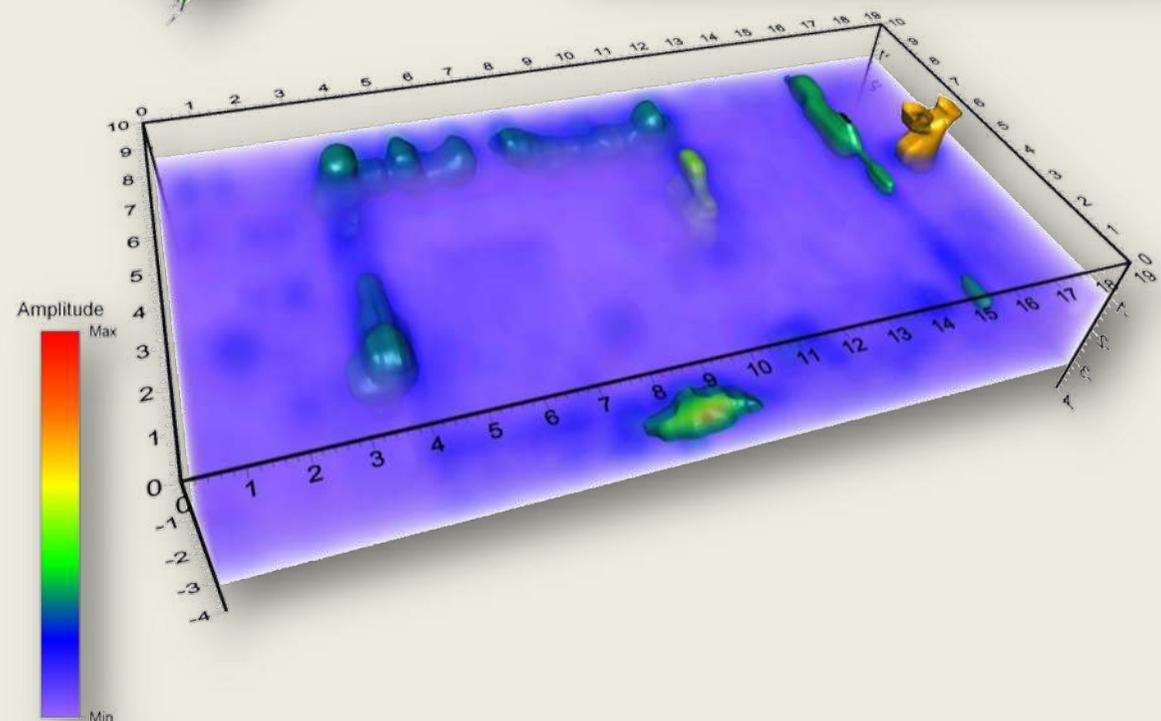
0 ----- metri ----- 20

GPR slice e 3D

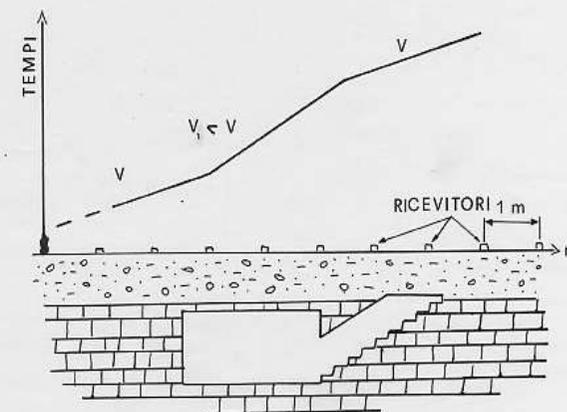
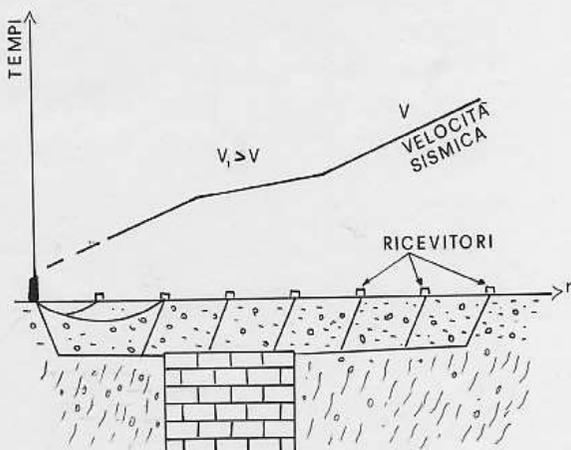
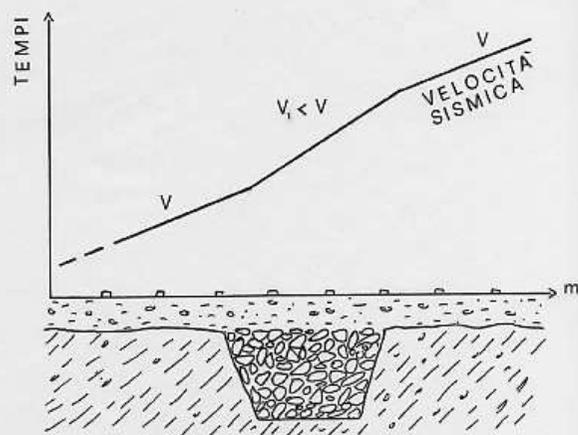
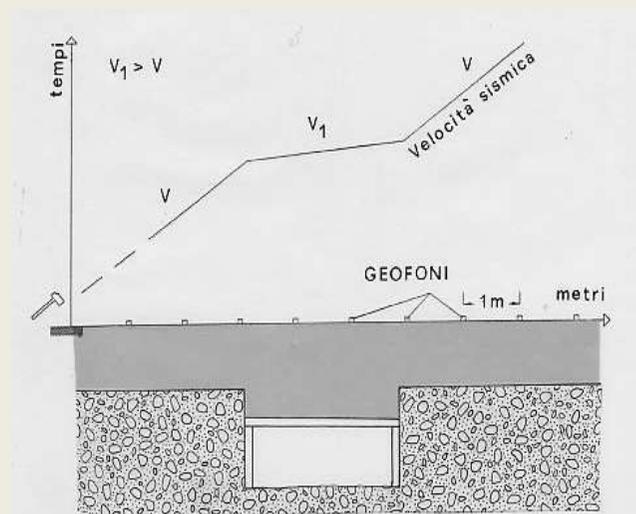
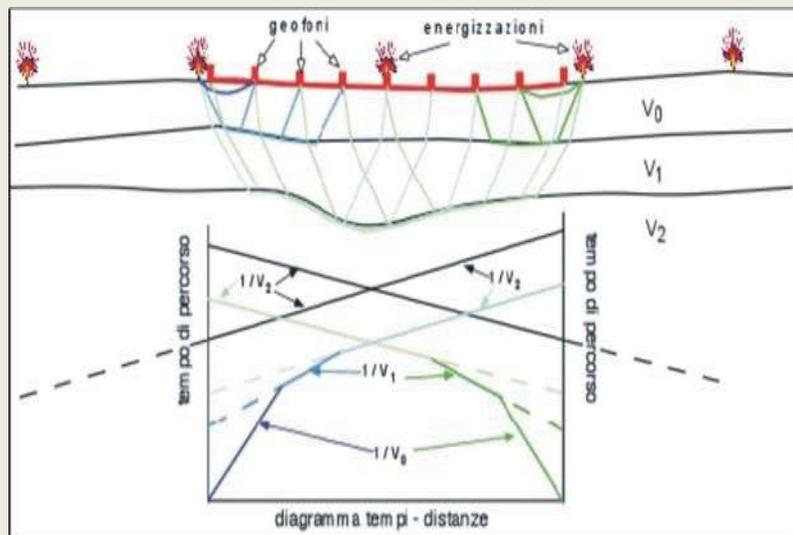


Scontrone (AQ): prospezioni geofisiche GPR per i Carabinieri del Nucleo Operativo Tutela Beni Culturali) nell'ambito di indagini della Magistratura

Radargrammi acquisiti con una antenna da 500 MHz, il range di profondità è stato posto a 80 ns: i risultati dopo l'elaborazione sono espressi in formato 3D



Metodo Sismico

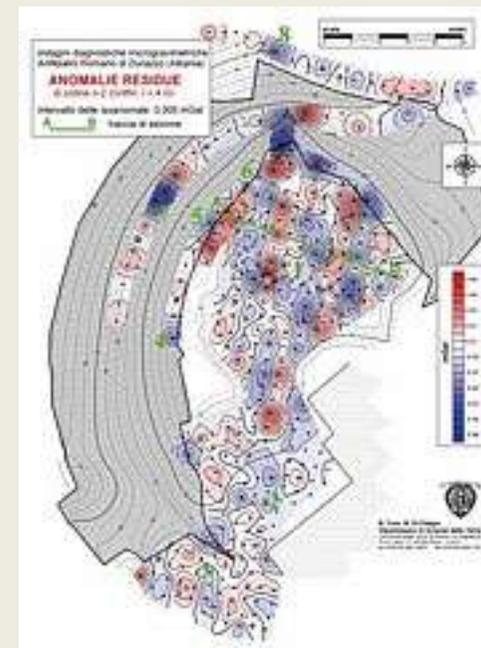


Il *metodo sismico* effettua l'esplorazione del sottosuolo, attraverso lo studio delle propagazione delle onde elastiche generate sia mediante l'utilizzazione di masse battenti sia tramite esplosioni controllate. Oggi nel campo della ricerca archeologica il metodo sismico è utilizzato meno frequentemente rispetto agli altri metodi (magnetico, elettrico, georadar).

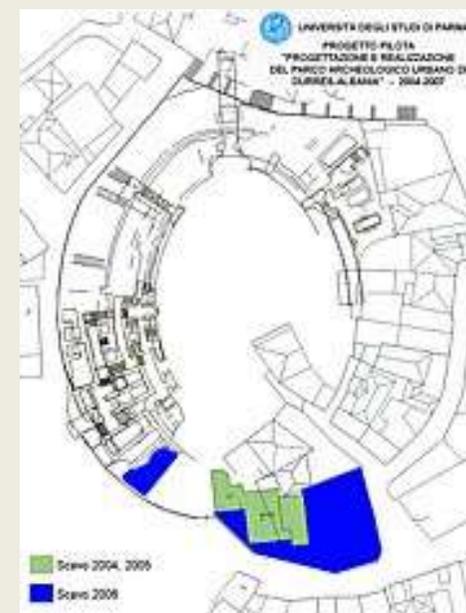
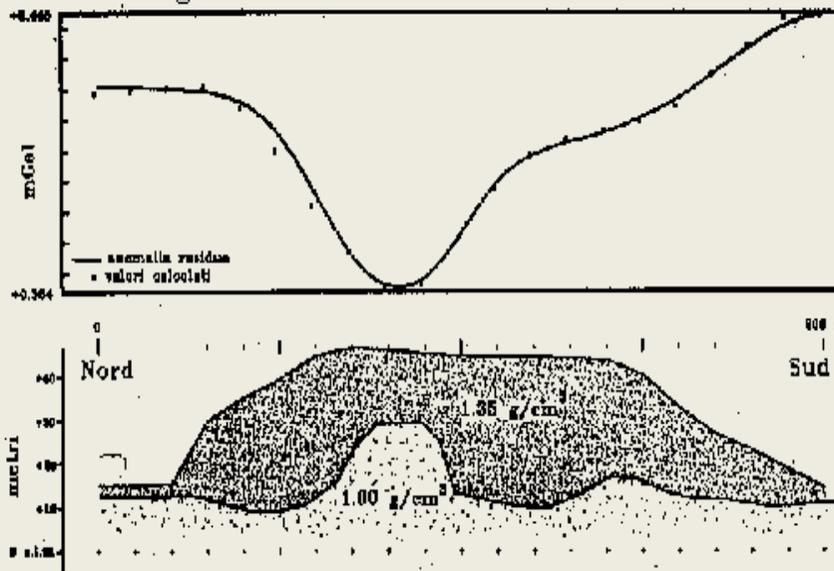
Microgravimetria

Nella prospezione micro gravimetrica sono misurate con estrema precisione dopo un rilievo topografico di dettaglio, le variazioni delle componenti verticali della gravità tra diversi punti del terreno, di norma disposti secondo una maglia regolare. In archeologia il metodo microgravimetrico trova la sua applicazione soprattutto nella ricerca di ambienti e cavità ipogee, o di corpi a forte contrasto di massa.

Interessanti risultati si sono ottenuti nei contesti urbani caratterizzati da una articolata e complessa stratificazione storica che nel tempo ha sepolto strutture e ambienti, o dove le aree risultano poco accessibili, o gli altri metodi riscontrano limiti di impiego.



Modello gravimetrico



La **geoarcheologia** è un processo di indagine che si serve dell'ausilio di metodi geologici quali la stratigrafia e la geomorfologia, abbinate anche a tecniche proprie della pedologia.

L'approccio "geoarcheologico" è di tipo ambientale, ossia cerca di situare il sito archeologico o un insieme di siti archeologici in un contesto più ampio: il territorio in cui è/sono inseriti.

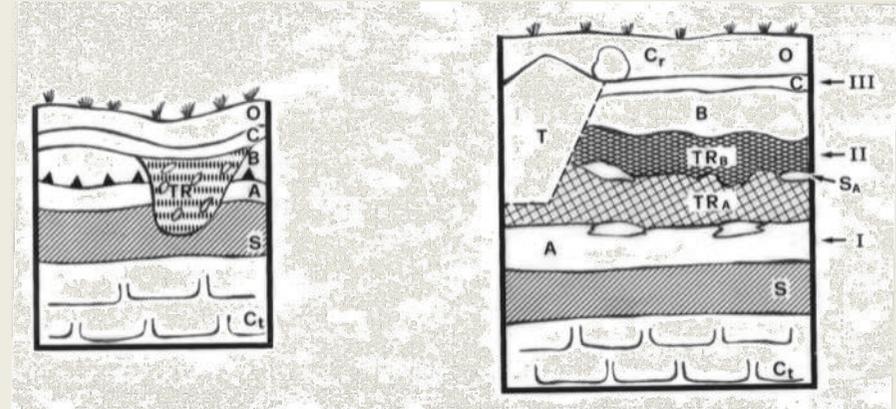
La geoarcheologia si pone come obiettivo di ricostruire la storia culturale del sito, la sua dinamica ed evoluzione (nella definizione di cultura di C. Lorenz); definisce la capacità di utilizzo ed i modi, delle risorse che il territorio offriva.

La geoarcheologia integra gli studi archeometrici dei reperti rinvenuti in uno o più siti.

Geoarchaeology is the application of concepts and methods of the earth sciences (especially geology, geomorphology, hydrology, sedimentology, pedology, and exploration geophysics) to archaeological problems.

It provides evidence for the development, preservation, and destruction of archaeological sites, and for regional-scale environmental change and the evolution of the physical landscape, including the impact of human groups.

Archaeometry, the study of archaeological and art history materials using the techniques of the physical and biological sciences, including radiometric dating and the chemical and isotopic analysis of artefacts.

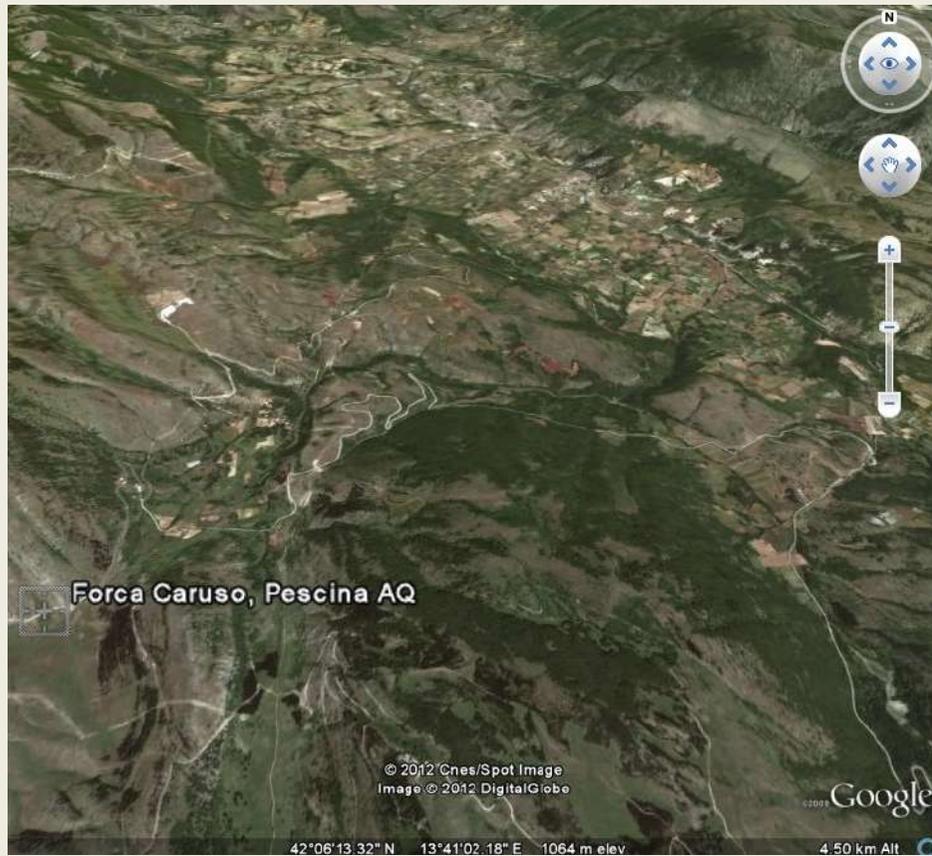


stratigrafia naturale stratigrafia "antropica"

Neolitico, età del bronzo e del ferro, contesti di abitato e di necropoli, problemi relativi a fasi erosive e deposizionali del fiume Pescara, a fasi di deposizione dei *tufa carbonate* (cambiamenti climatici).

concetto di paesaggio naturale - paesaggio disegnato - paesaggio costruito e loro rapporti nel tempo

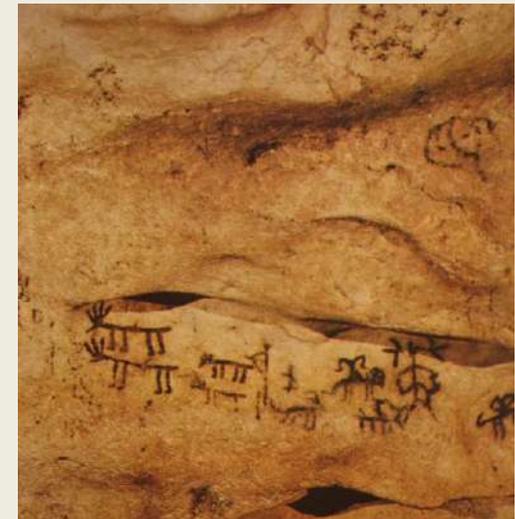
Carta geomorfologica con elementi antropici



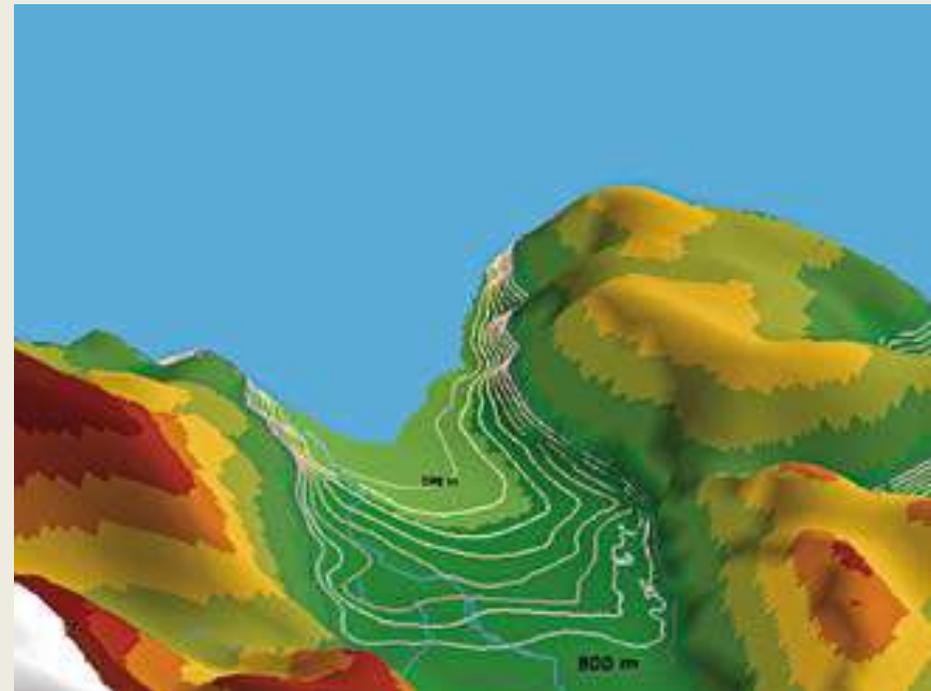
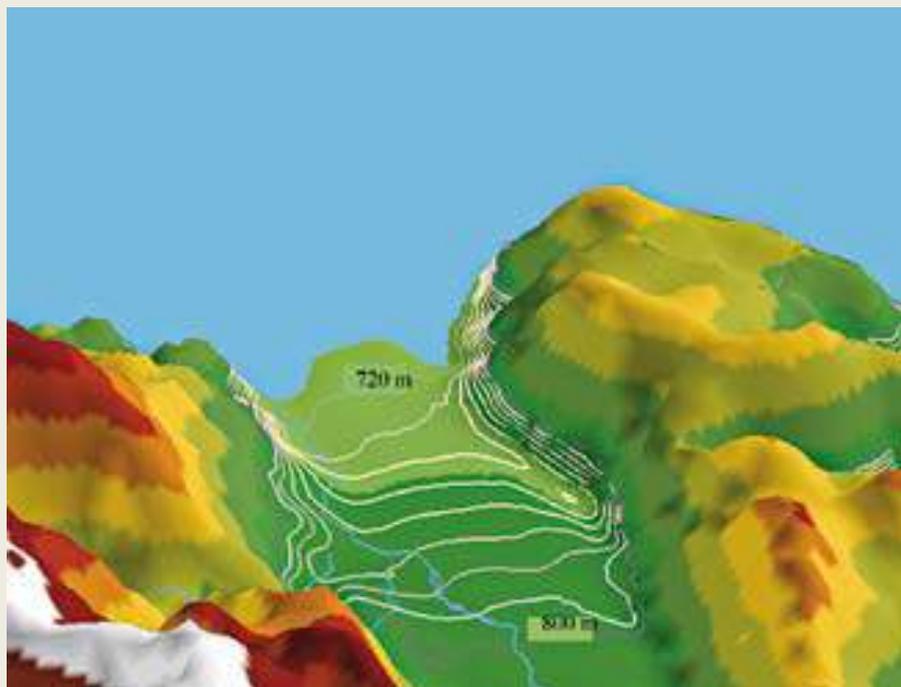
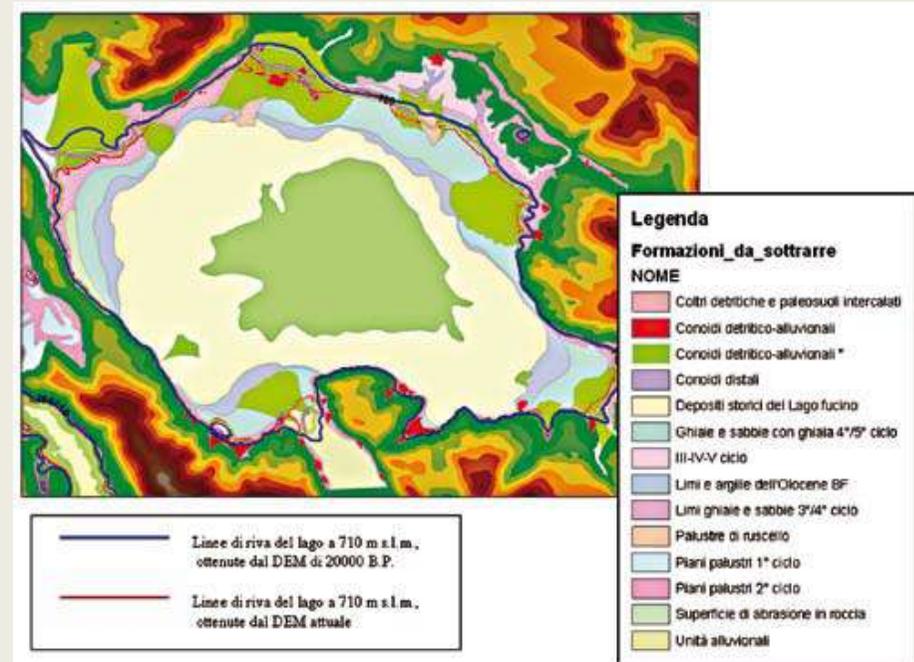
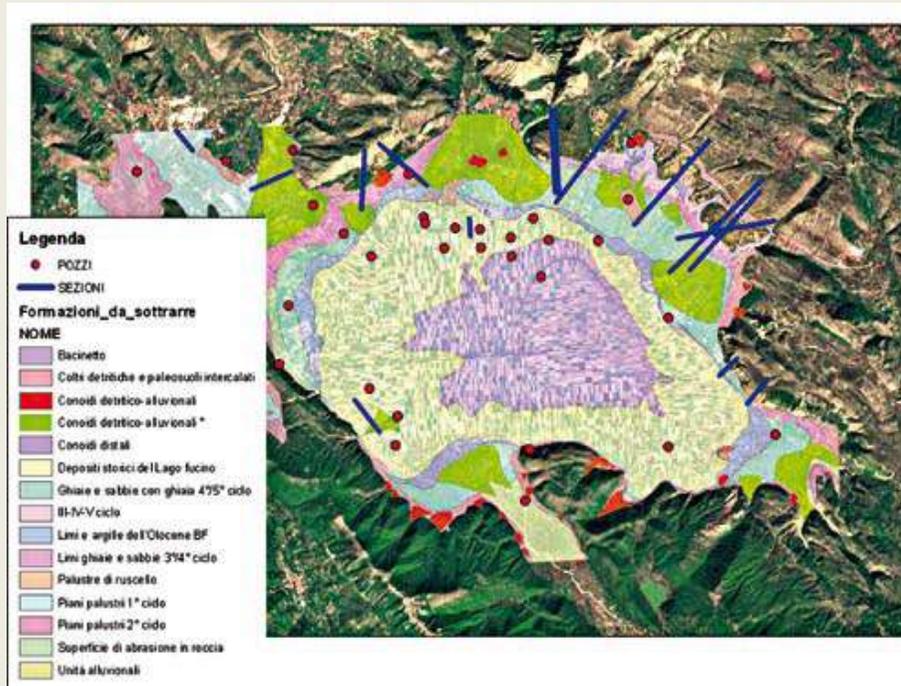
Forca Caruso Castelvechio Subequo (AQ)

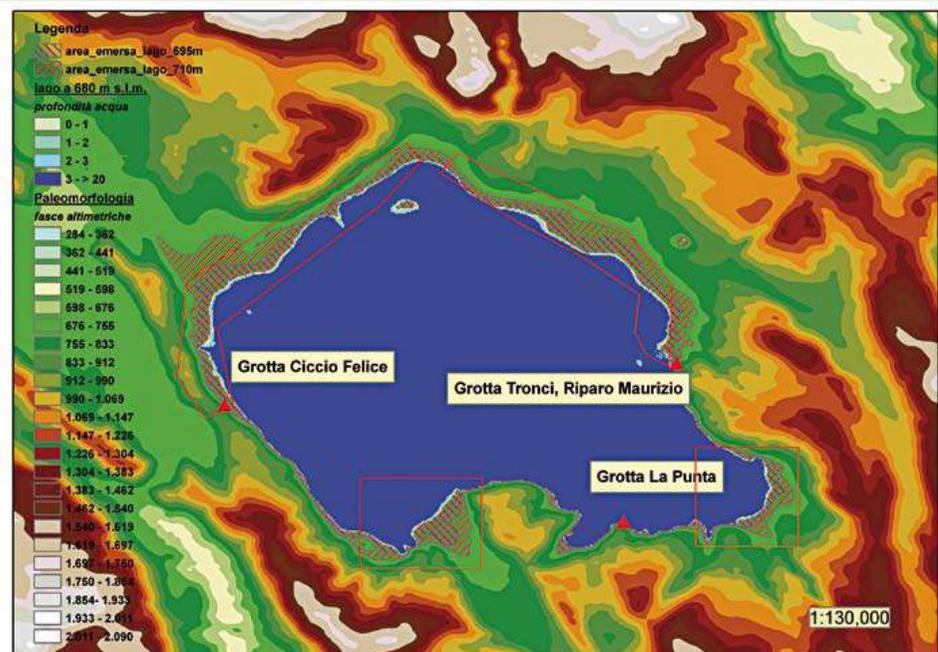
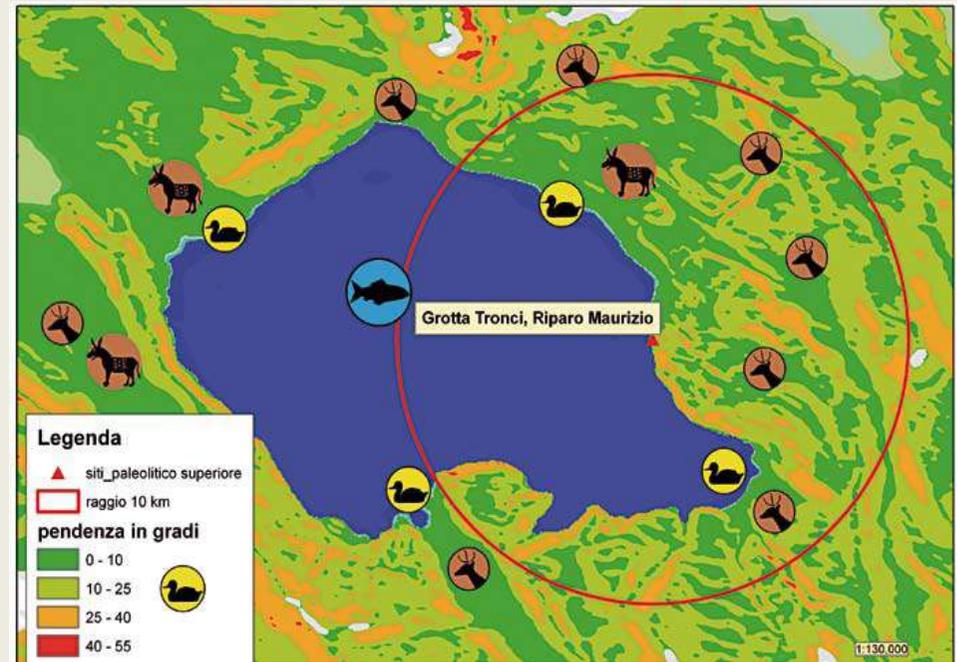
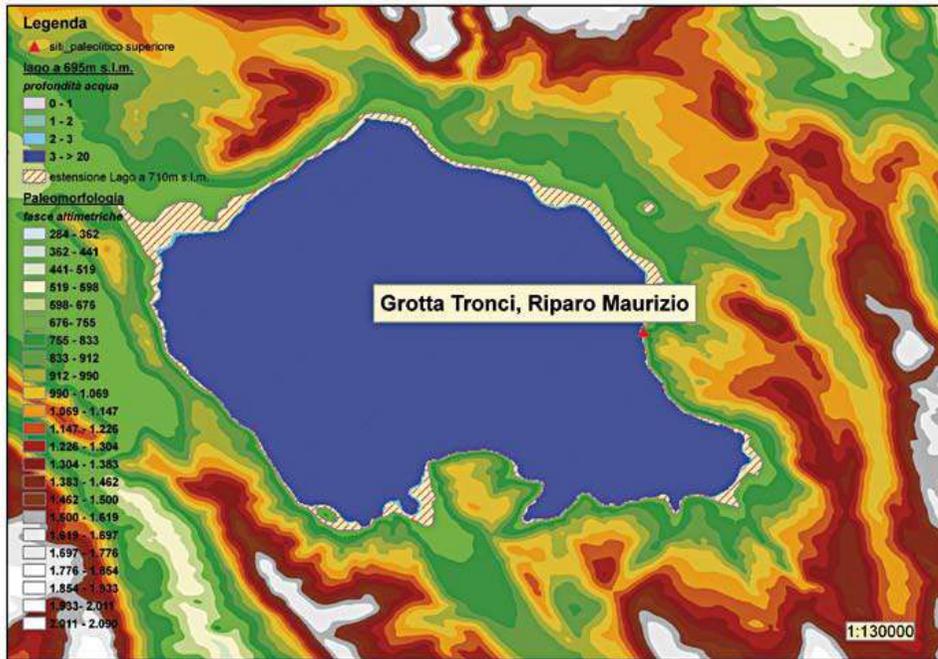


Grotta dell'Uomo di Altamura (BA) e Grotta dei Cervi di Porto Badisco Otranto (LE): rilievo e studio geologico, morfologico, sedimentologico e tafonomico: Paleolitico medio.

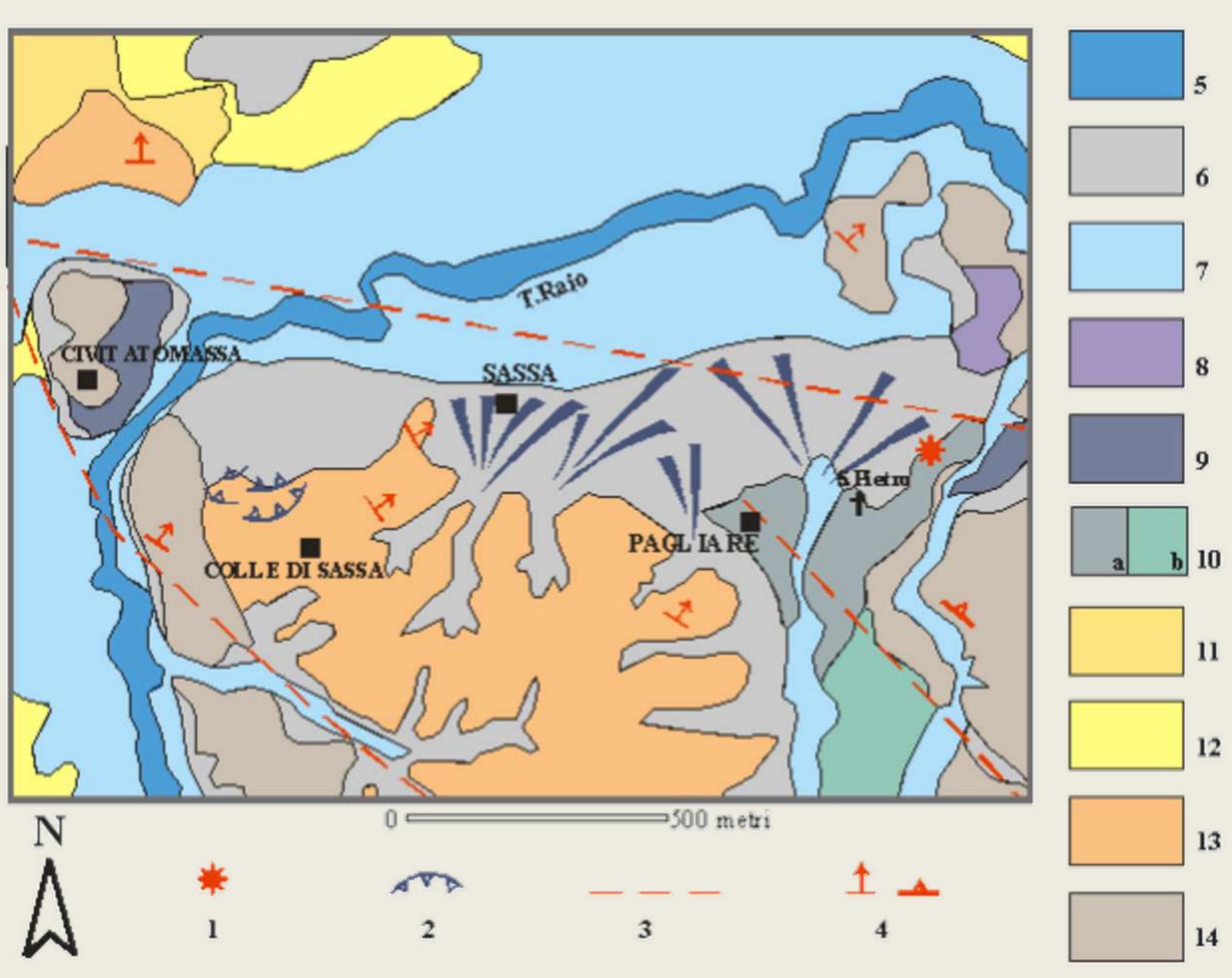


Bacino del Fucino studio paleoambientale, ecologico e del popolamento: Paleolitico superiore

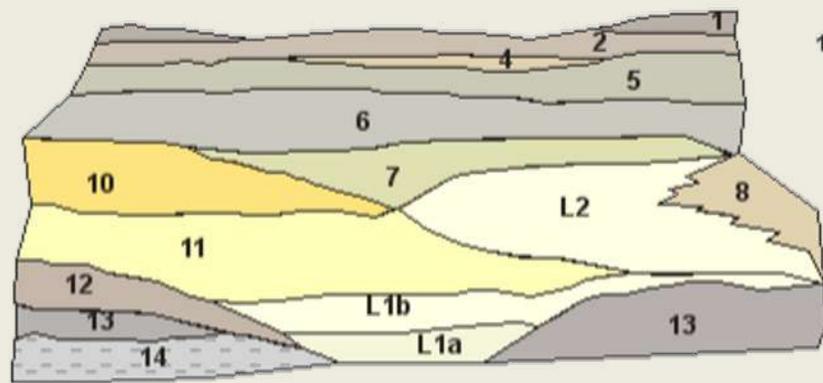




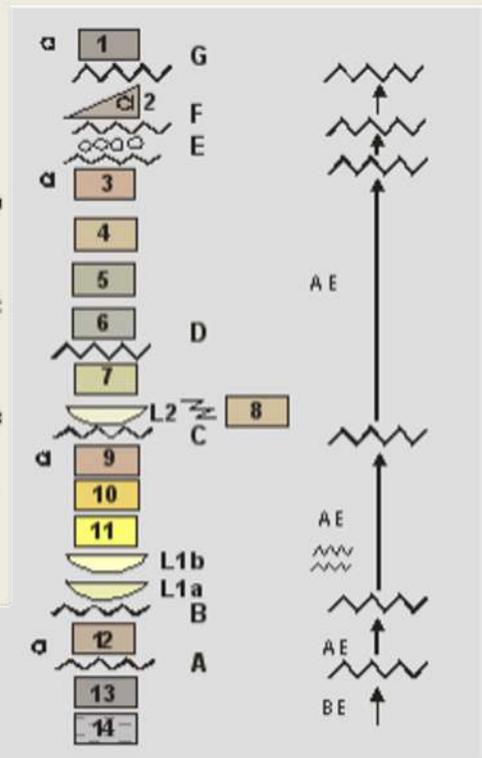
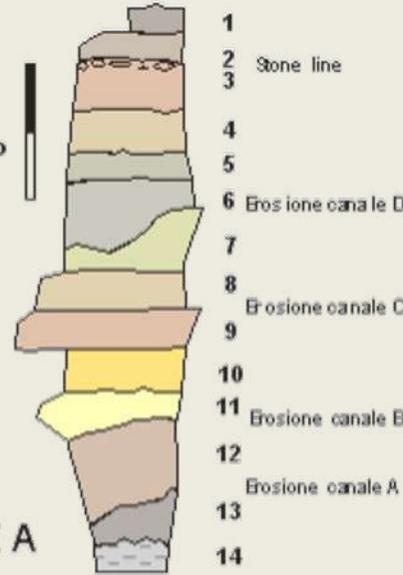
Bacino aquilano studio paleoambientale, paleontologico e tafonomico: Paleolitico inf.



PAGLIARE DI SASSA (AQ)

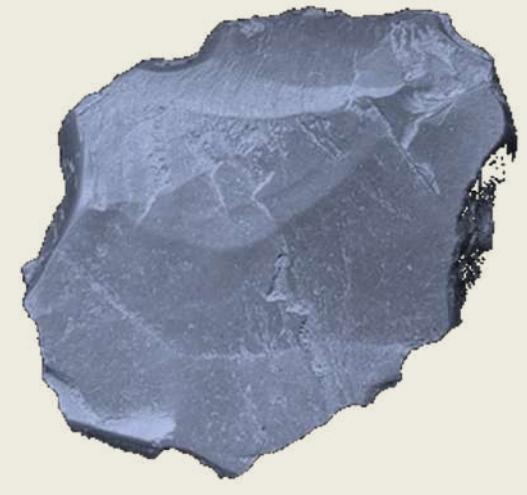
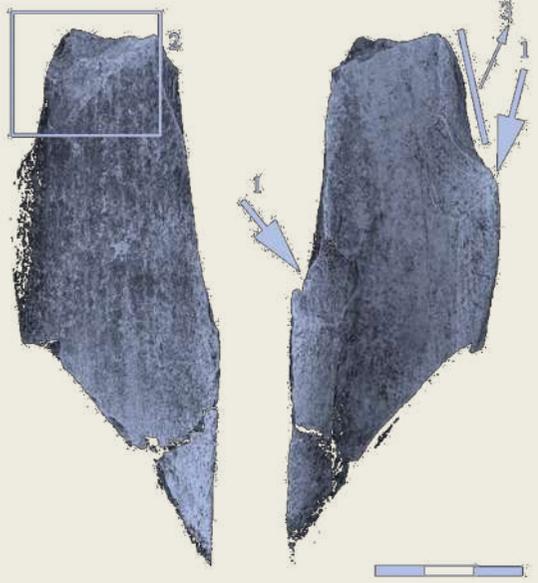
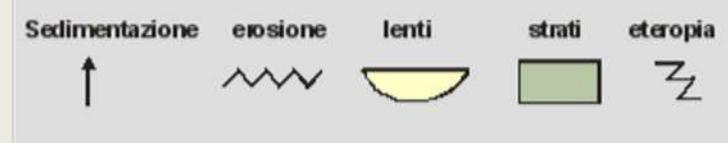


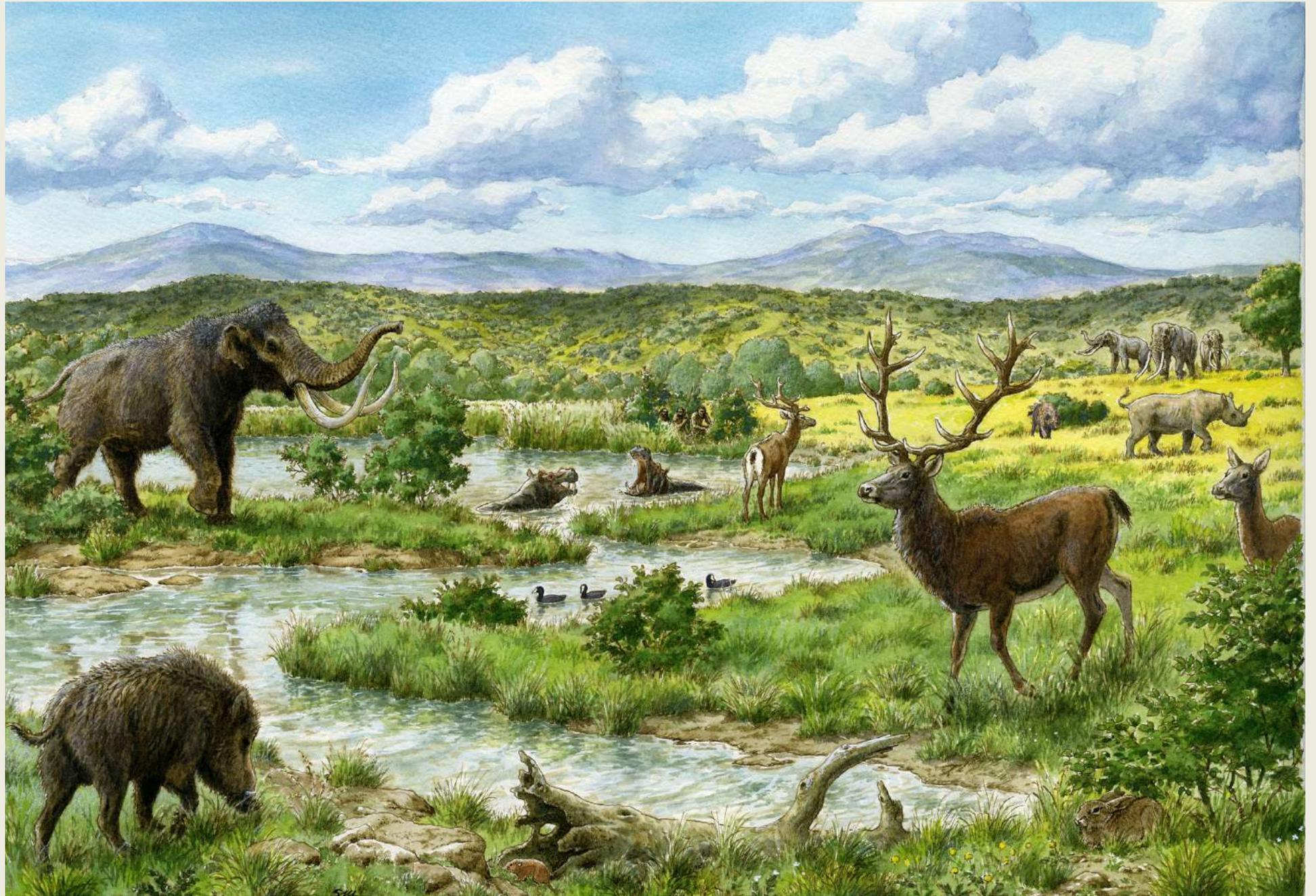
1metro



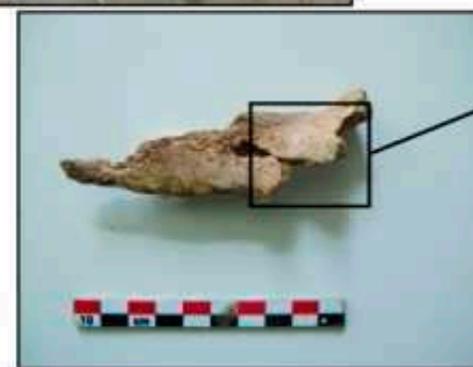
PARETE B

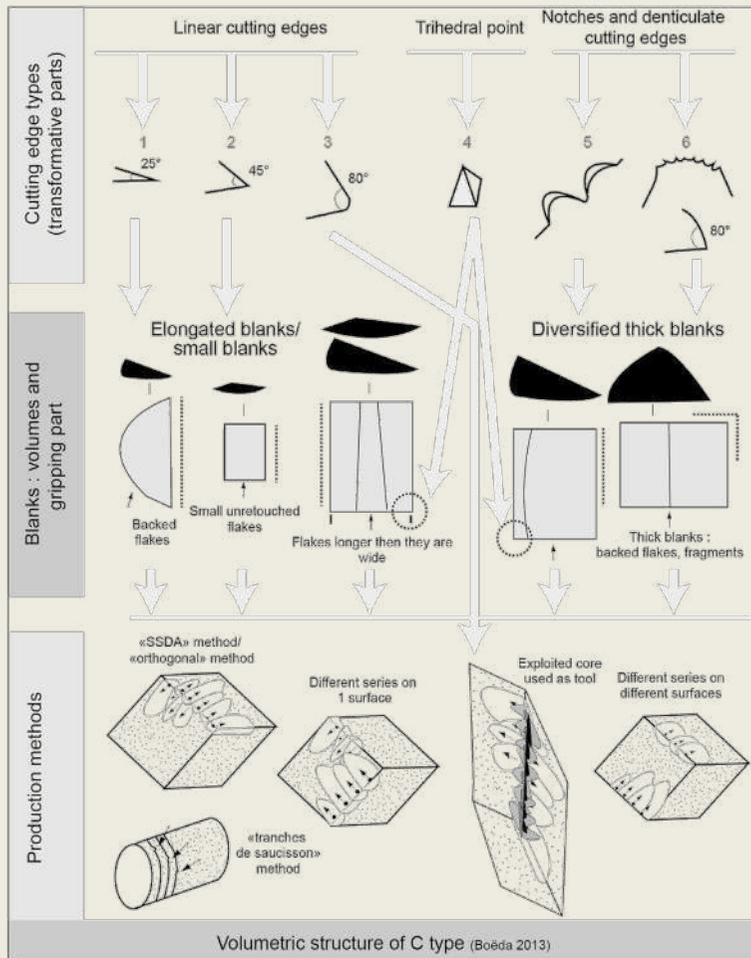
PARETE A











Fichier CDP - Matières premières

Type silex: scaglia rossa ? n° fiche:

Couleur: rouge

Texture: Aspect: opaque

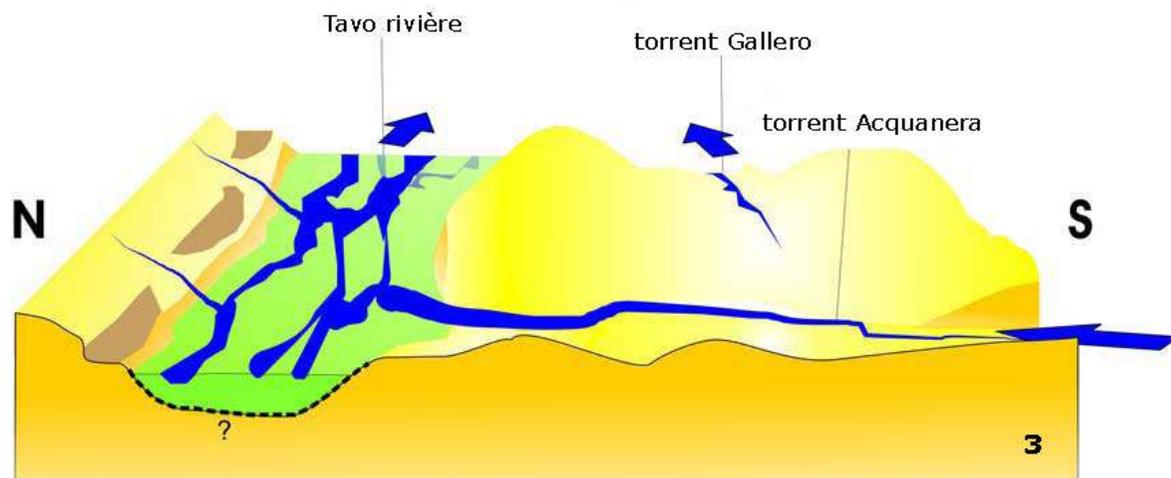
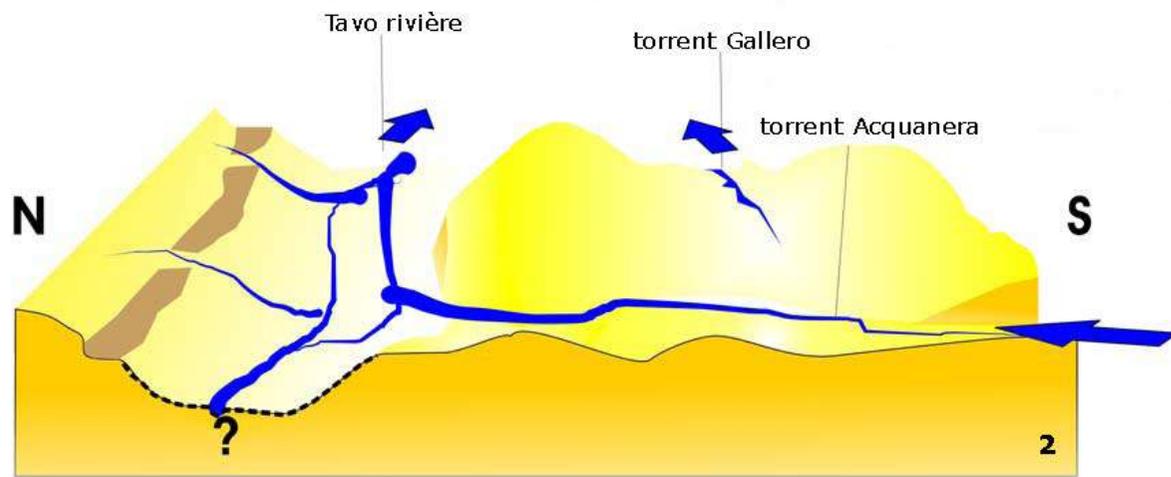
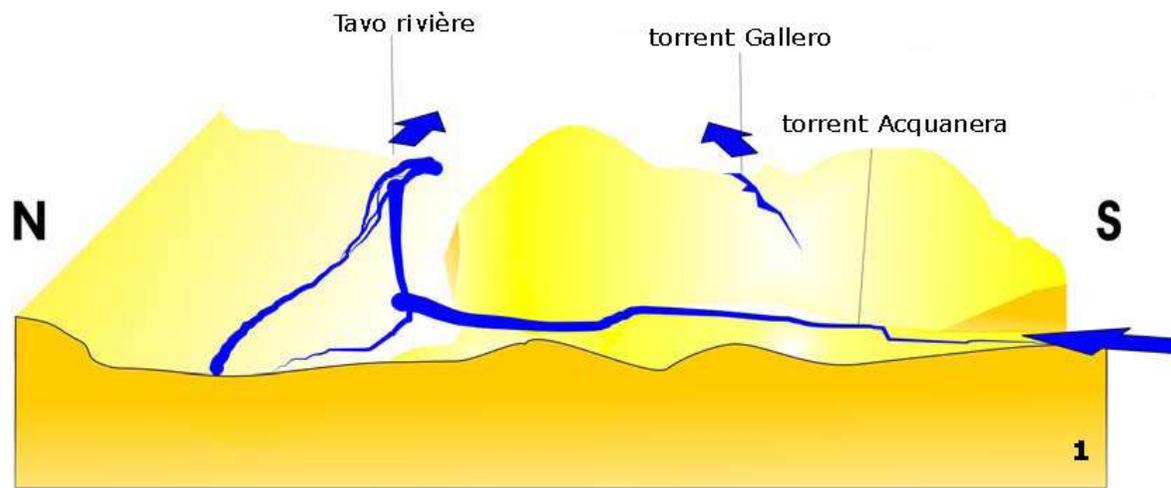
Cortex: fin et régulier, calcaire Morphologie:

Archéo. géol.: archéo - lousies Origine: CDP7 - T115.0

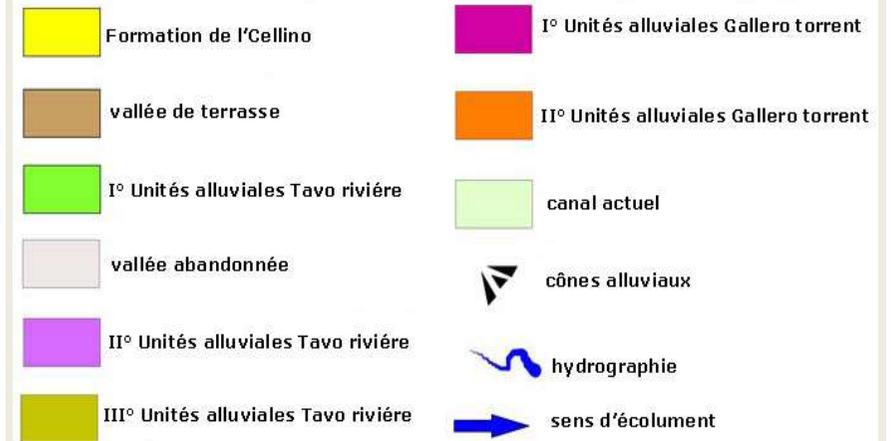
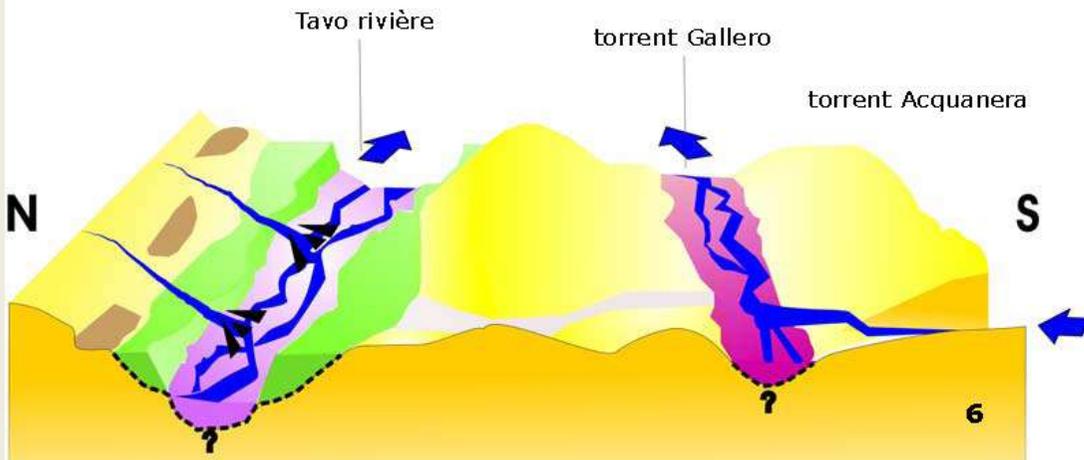
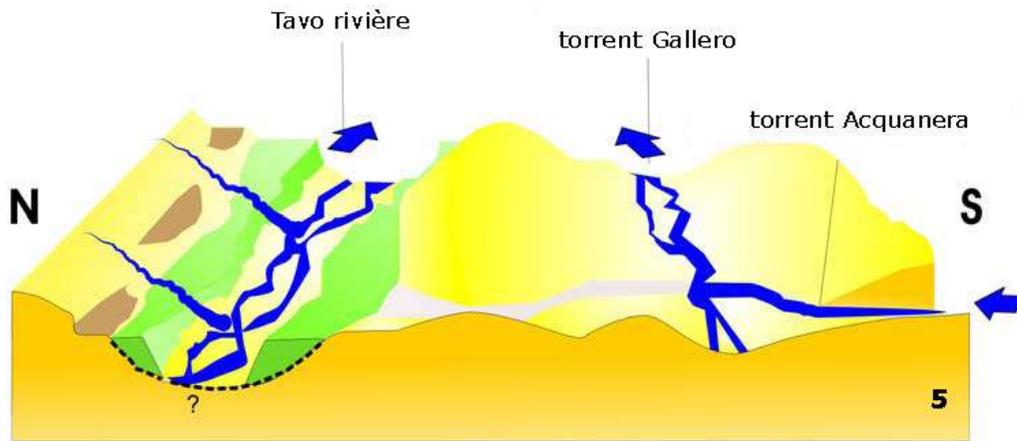
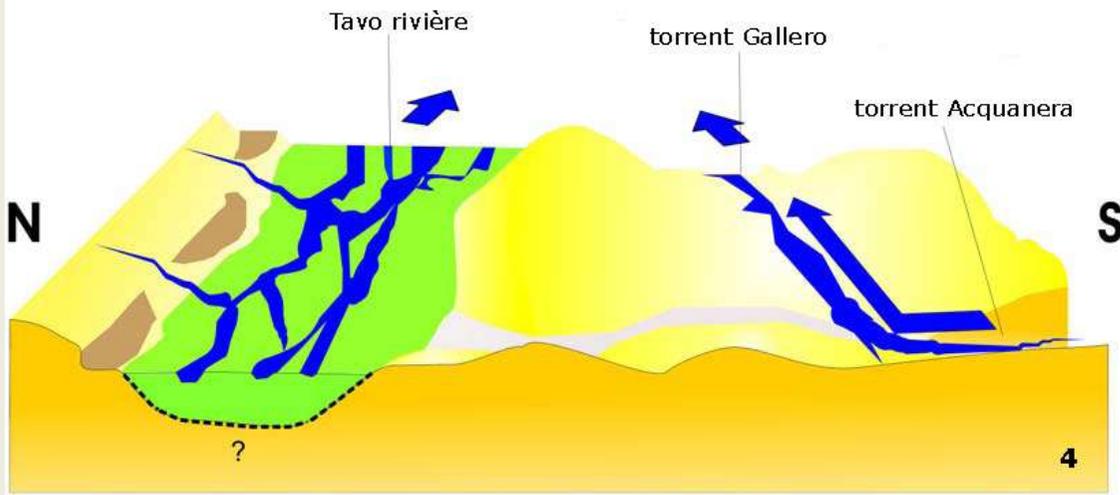
Commentaire:

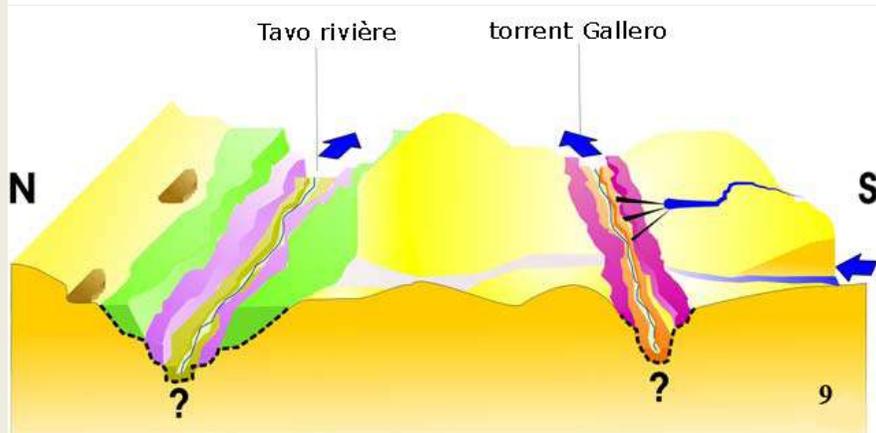
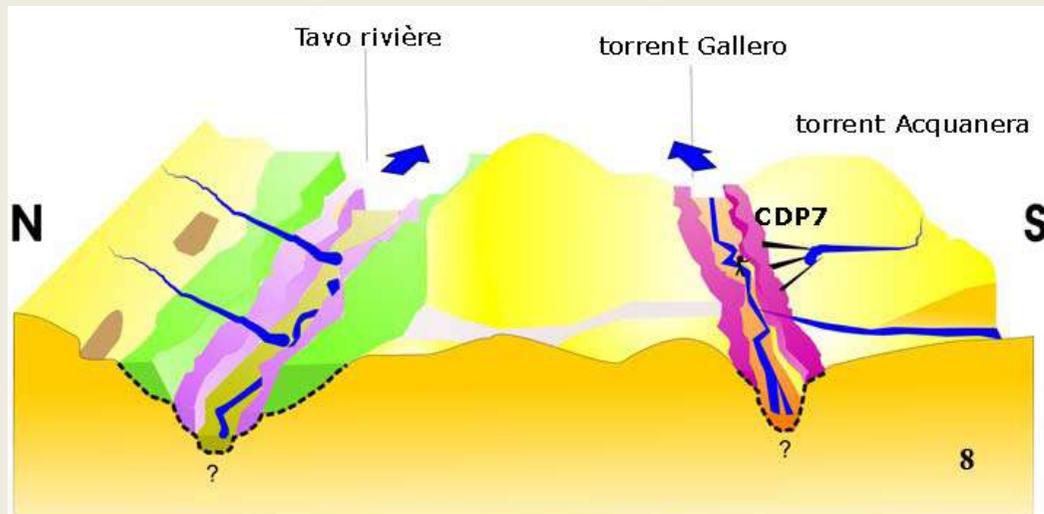
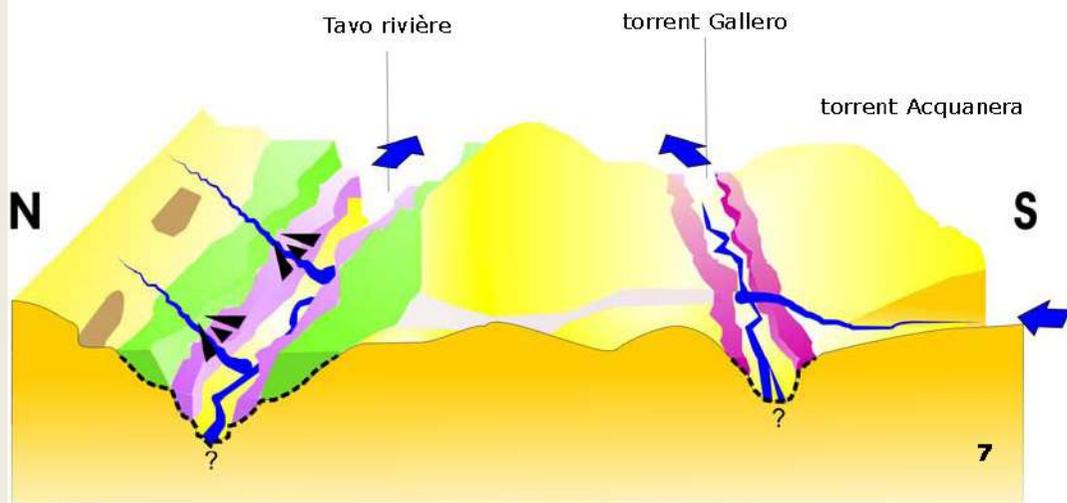
Photo:





- | | | | |
|--|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
|  | Formation de l'Cellino |  | I° Unités alluviales Gallero torrent |
|  | vallée de terrasse |  | II° Unités alluviales Gallero torrent |
|  | I° Unités alluviales Tavo rivière |  | canal actuel |
|  | vallée abandonnée |  | cônes alluviaux |
|  | II° Unités alluviales Tavo rivière |  | hydrographie |
|  | III° Unités alluviales Tavo rivière |  | sens d'écoulement |

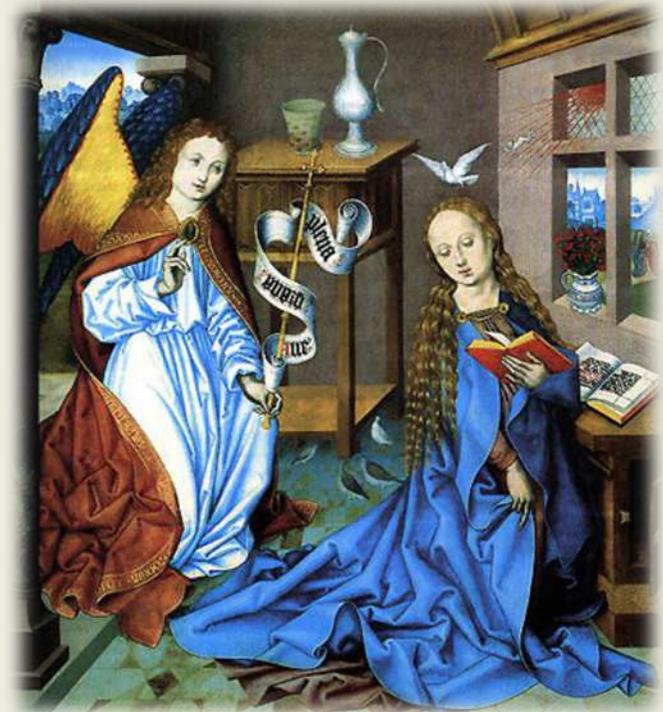




Archeometria e Diagnostica

un sistema in equilibrio è un sistema statico ... un sistema dove si è arrivati alla fine di processi irreversibili

da bambini smontiamo le "cose" per capire come funzionano da grandi ... continuiamo ancora a farlo!





Pinax da Penteskouphia

I pinakes, al singolare pinax (in greco πινάκες, singolare πίναξ), sono dei quadretti votivi in terracotta, legno dipinto, marmo o bronzo tipici dell'antica Grecia. Era usuale trovarli sui templi come forma di pittura.