

An aerial photograph of a city grid, likely Florence, Italy, showing a dense network of streets and buildings. A prominent white building is visible in the center of the grid.

1966-2013: il contributo dei Geoscientisti
di Firenze alla Diagnostica e Conservazione
dei Beni Culturali

a cura di

Marco Benvenuti

con la collaborazione di

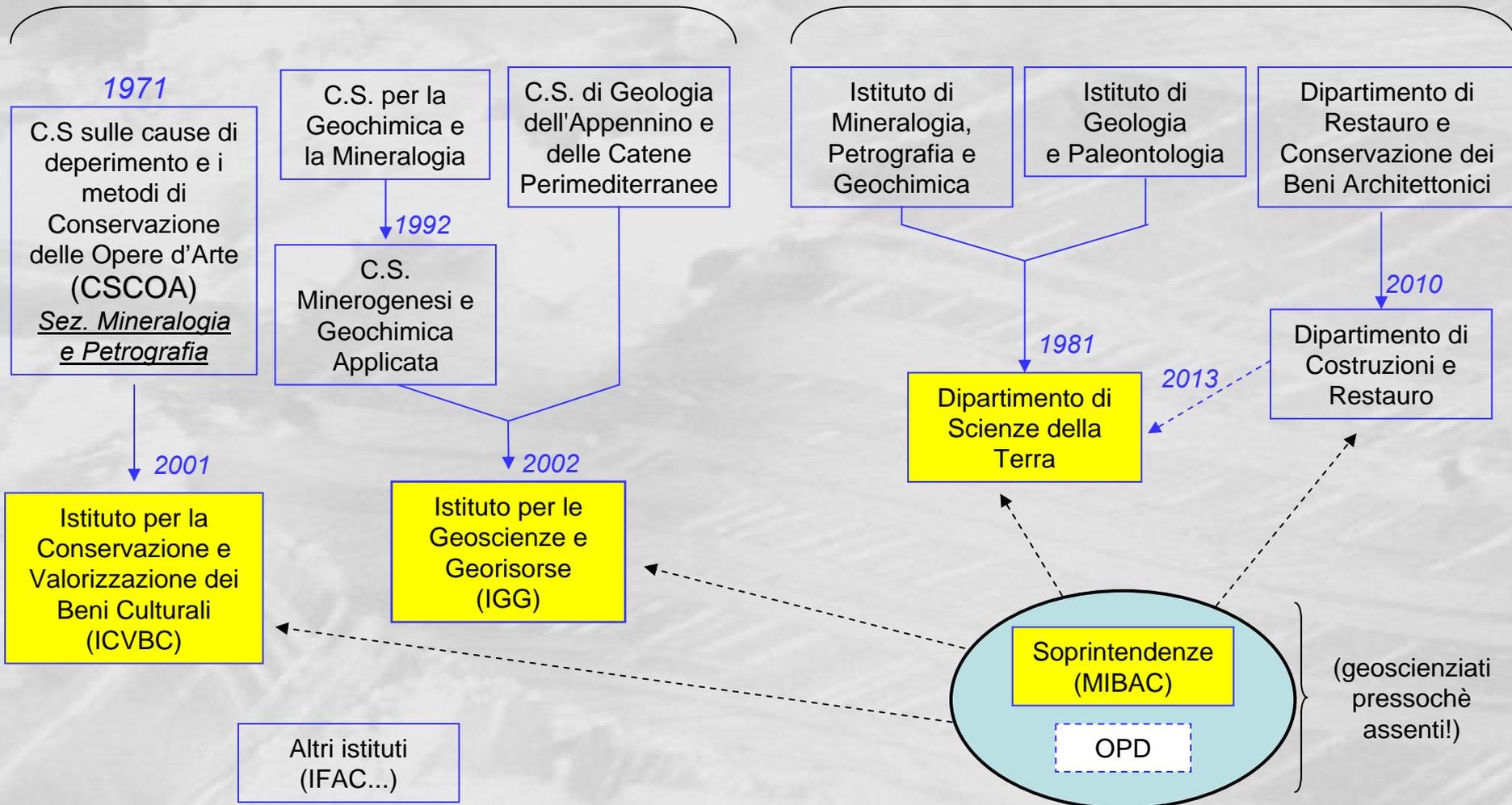
M. Camaiti, P. Costagliola, C.A. Garzonio, G. Gigli, E. Pecchioni, G. Pratesi

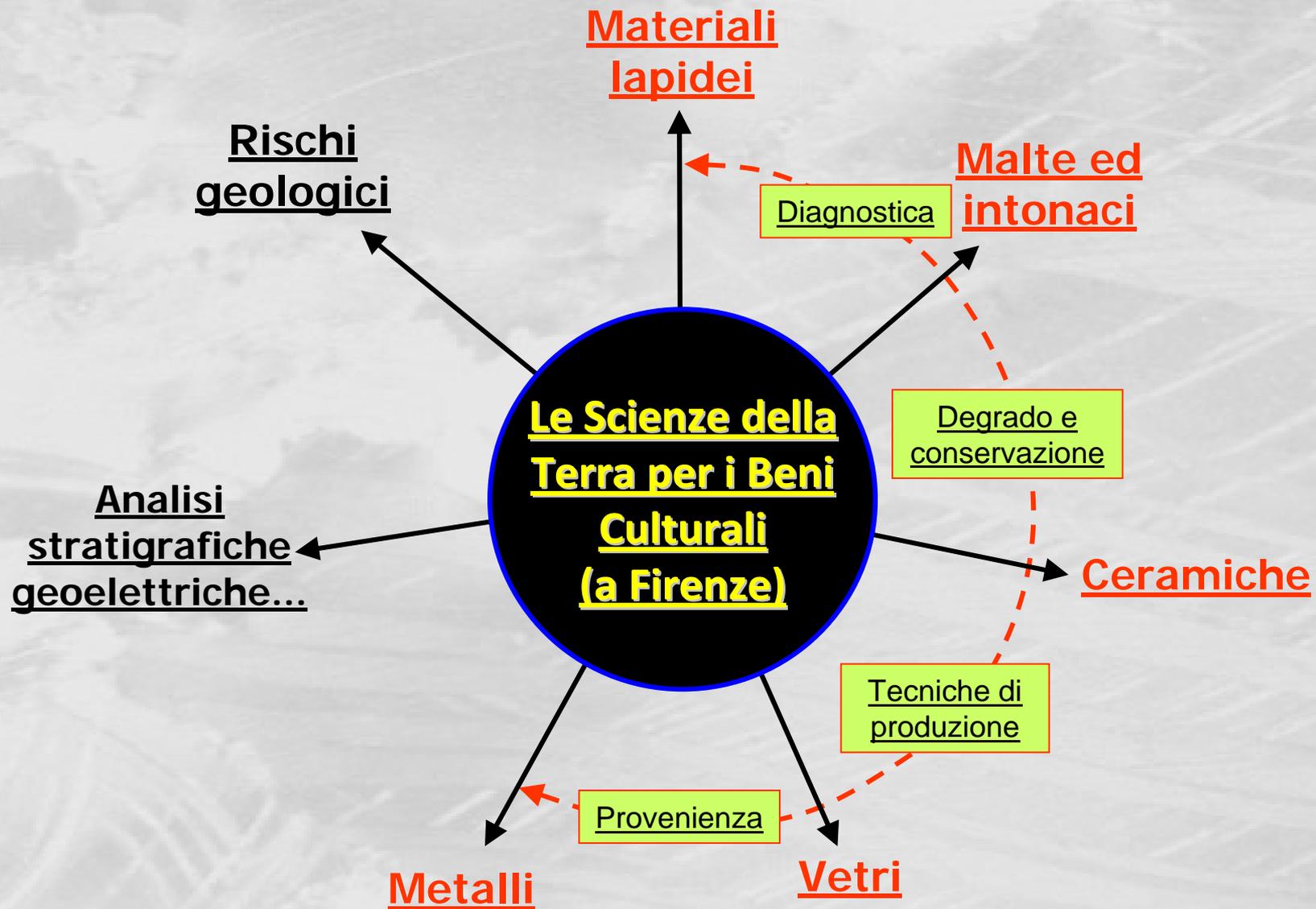
Dip.to Scienze della Terra – Univ. Firenze

I Geoscientiati a Firenze (1966-2013)

CNR

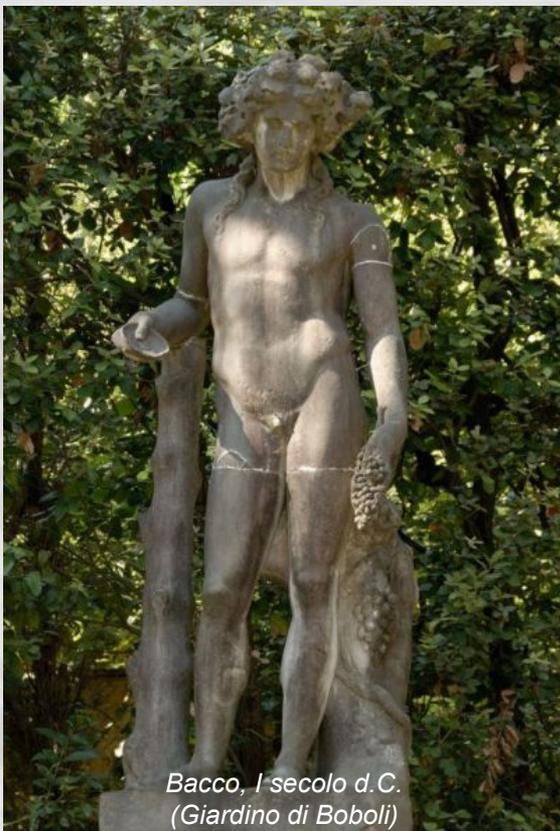
UNIFI



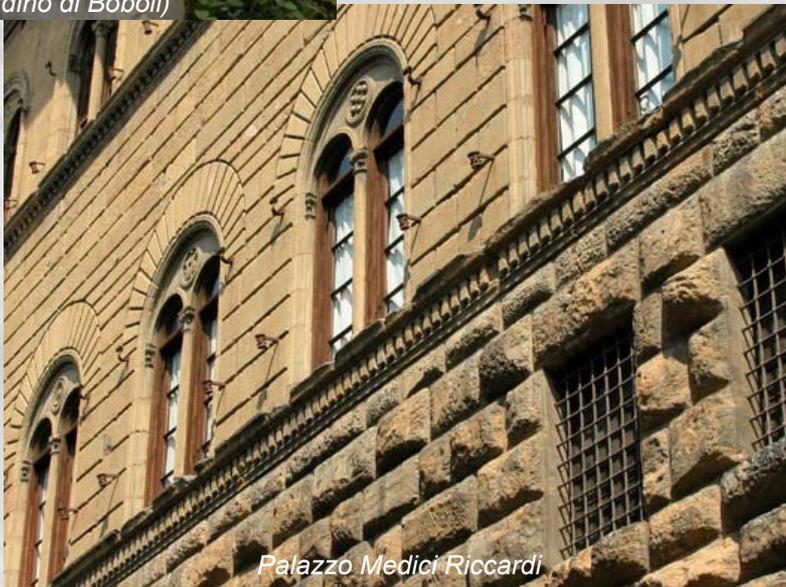


Materiali lapidei

- Analisi della facies litologica
- Determinazione delle cave di prestito dei lapidei utilizzati nell'architettura e statuaria (fiorentina e non)
- Caratterizzazione dello stato di conservazione
- Messa a punto di un protocollo analitico
- Analisi degli effetti di interventi di restauro pregressi



*Bacco, I secolo d.C.
(Giardino di Boboli)*



Palazzo Medici Riccardi

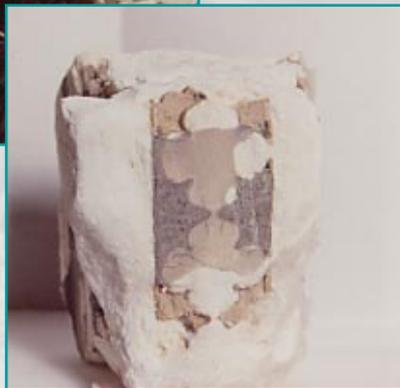


Santa Reparata

Materiali lapidei



MARMO CARRARA
Cattedrale di Santa
Maria del Fiore
(Firenze)



PIETRA DI LECCE



ARENARIE



Museo Marini

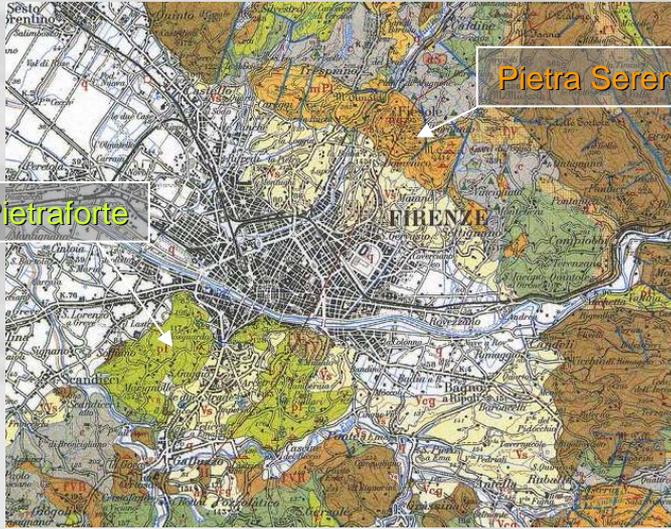


Palazzo Strozzi



Loggiato Uffizi

Materiali lapidei



Il recupero di una
cava di Pietraforte
(Anfiteatro di Boboli)



Cava di Pietraforte



Cava di Pietra Serena
(Macigno)

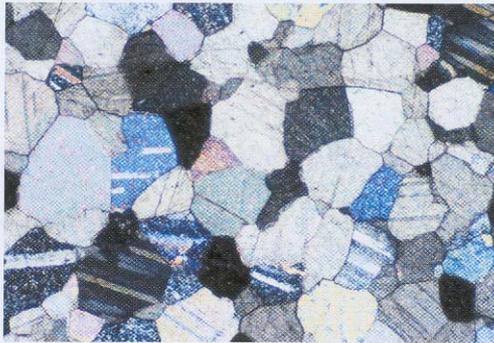


Cave di "Pietra Serena" (Marnoso Arenacea, Firenzuola)

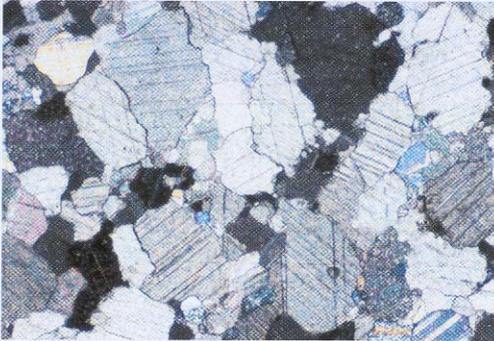


Materiali lapidei

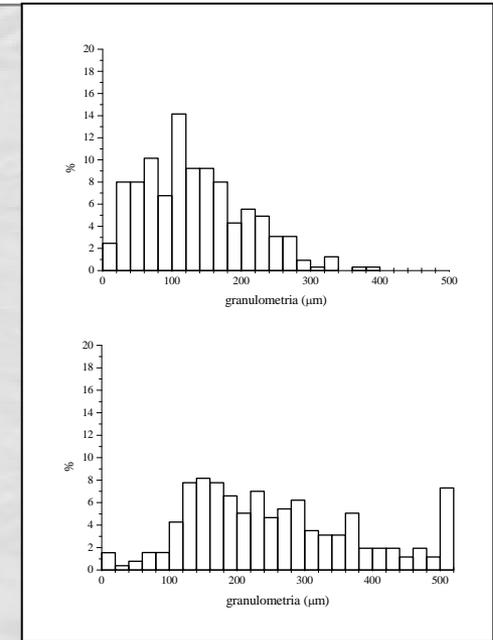
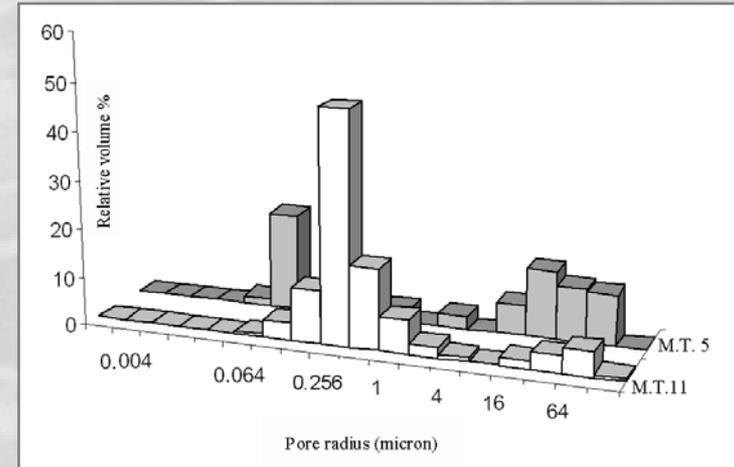
- Studio microtessiturale (sez. sottile)
- Determinazione delle relazioni tra microtessiture, proprietà fisiche e meccaniche



A



B



TIPO	γ (g/cm ³)	γ_s (g/cm ³)	P He (%)	P Hg (%)	Microporosità (%)	Mesoporosità (%)	IS (%)
A	2.72	2.65	2.4	0.7	71	29	34
B	2.72	2.69	1.3	0.2	85	15	12

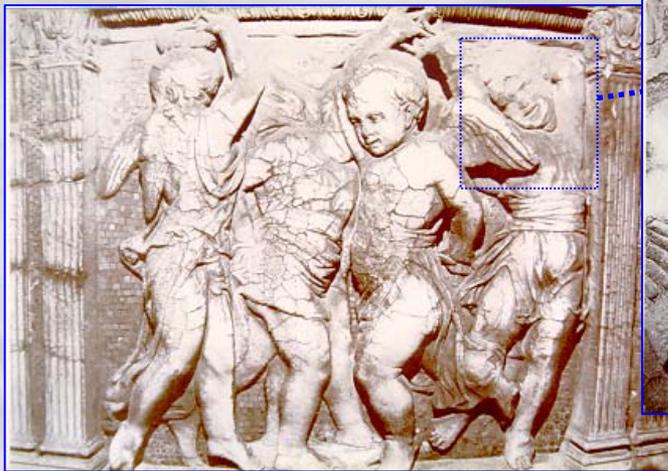
Materiali lapidei

PULPITO DONATELLO
Duomo di Prato



*prima del trattamento
(Foto Alinari, 1881)*

Trattamento con fluosilicati di Zn e Mg (Sanpaolesi, 1941)

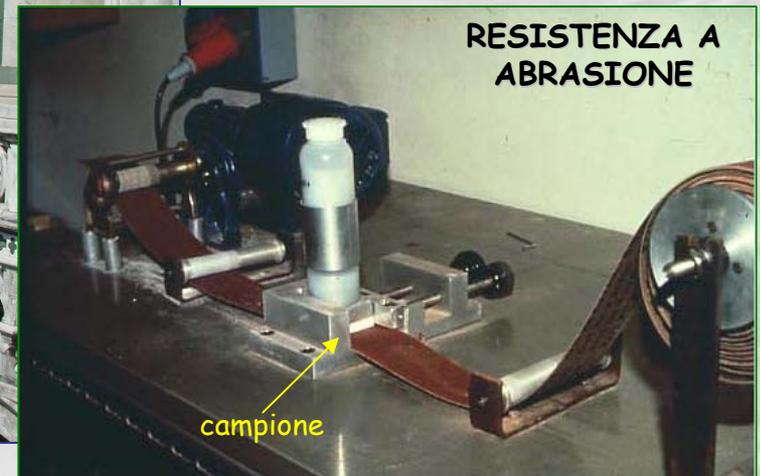
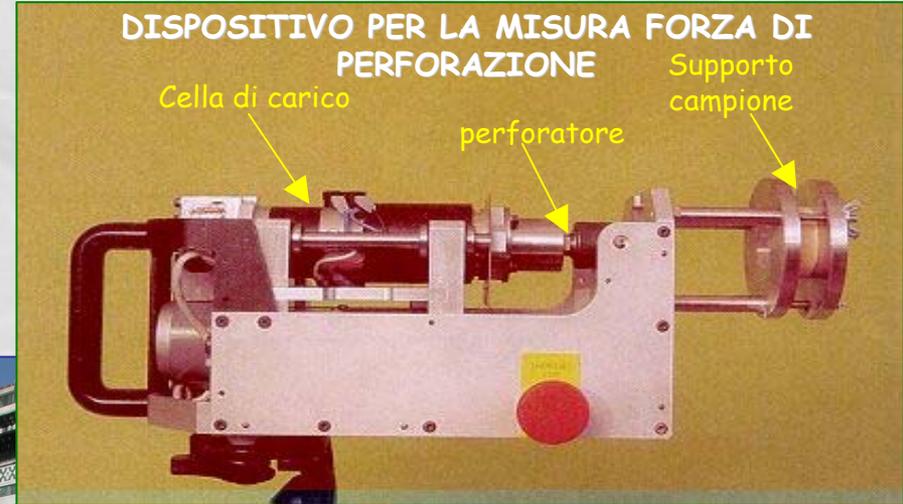


*dopo trattamento con
fluosilicati
(Foto Alinari, 1969)*

Analisi degli effetti del trattamento conservativo

Manganelli Del Fa... ('70-'80...)

Materiali lapidei



Materiali lapidei

Mappatura del degrado

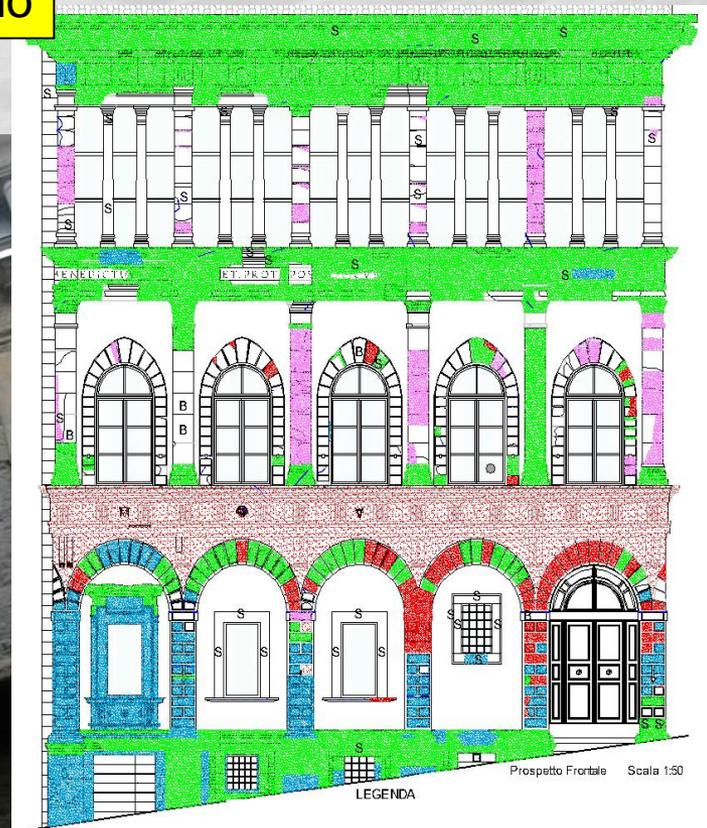


Test
colorimetrico



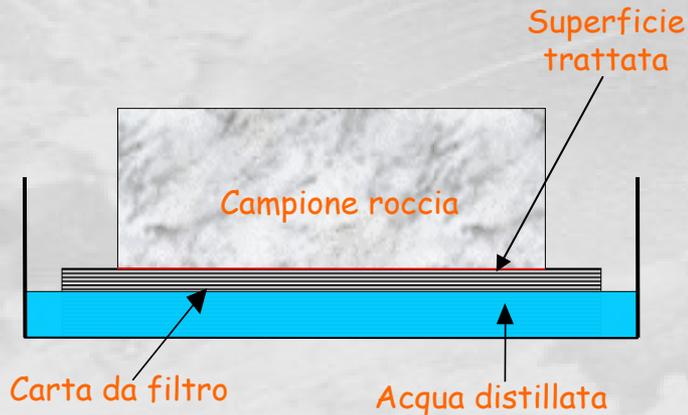
**Palazzo Cristofanello
(Cortona, AR)**

Cantísani, De Luca, Garzonio, Ricci, Stori (2008)

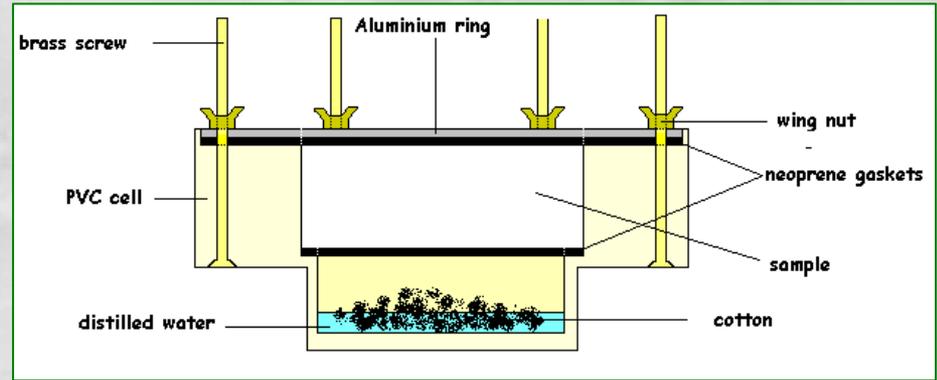


- B= bolle
- S= sostituzioni riconoscibili o stuccature in cemento
- - - superfici di distacco, microfratture
- = croste nere
- = mancanze (perdita totale del modellato) alterazione biologica
- = decoesione, arenizzazione e perdita parziale del modellato
- = esfoliazione e perdita di materiale

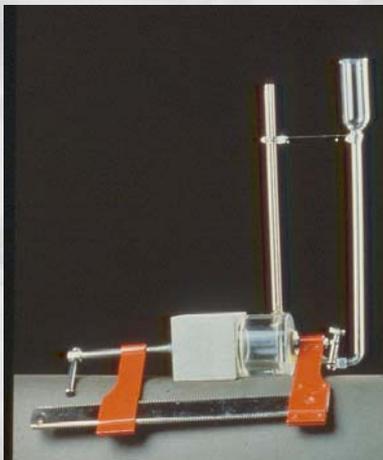
Materiali lapidei



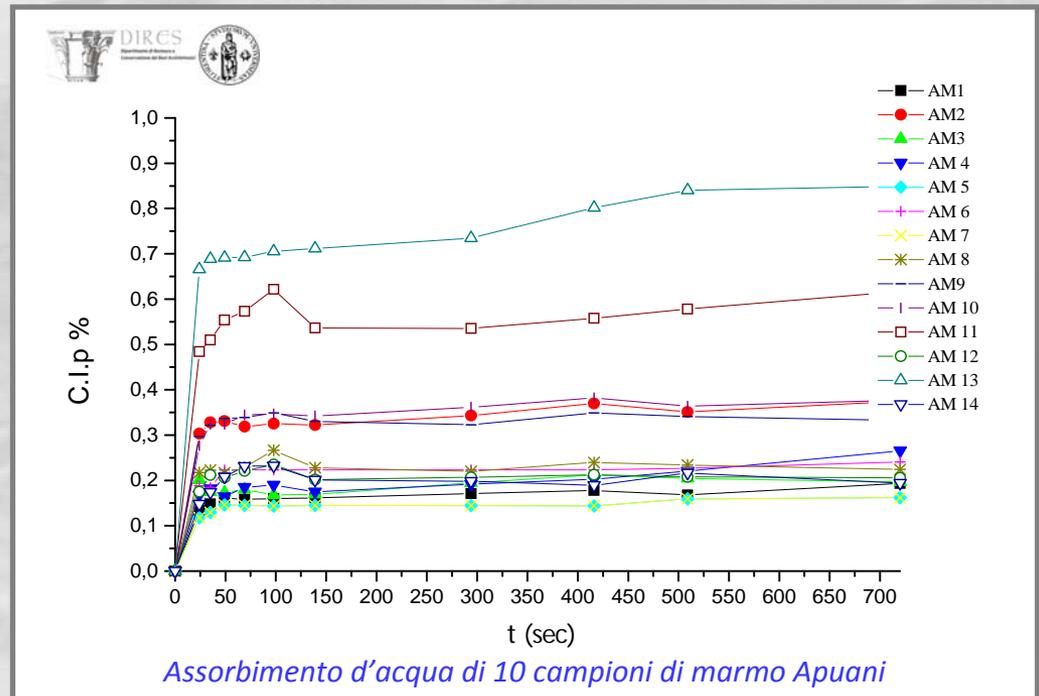
ASSORBIMENTO DI ACQUA CAPILLARE
(NorMaL 11/85)



DETERMINAZIONE PERMEABILITA'
(NorMaL 21/85) "metodo del bicchierino"



ASSORBIMENTO DI ACQUA A BASSA PRESSIONE
(NorMaL 44/93)



Materiali lapidei

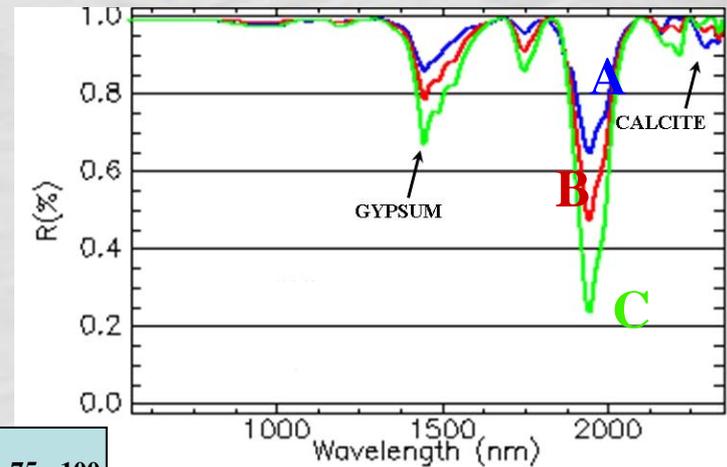
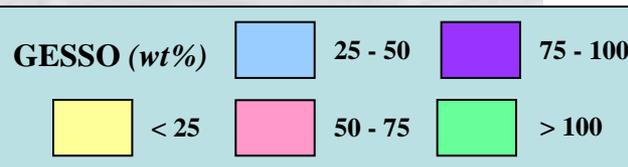
ASD-FieldSpec FP Pro spectrometer



Misure *in situ*



	VNIR	SWIR
Spectral range	350-1000 nm	1000-2500 nm
Spectral sampling	1.4 nm	2 nm
N° spectral bands	2151	
Spectral resolution	3-10 nm	
Acquisition frequency	10 spectra/sec	



Camaiti, Costagliola, Pecchioni, Vettori... (2002)

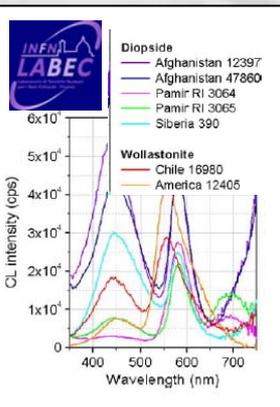
Materiali lapidei

Studio di reperti e campioni museologici



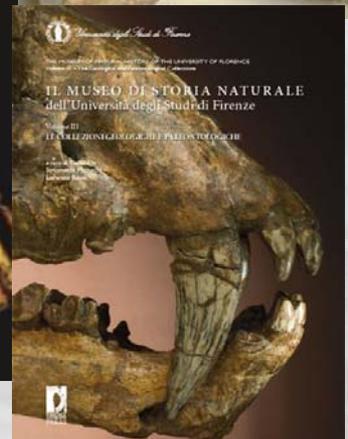
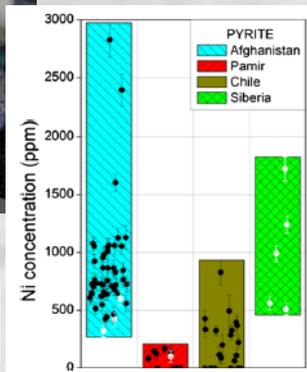
Cipriani, Bernardini, Mazzetti, Menchetti, Poggi, Pratesi, ... ('60->...)

Azzaroli, Cioppi, De Giuli, Dominici Ficarelli, Landucci, Monechi, Rook, Torre.... ('60->...)



Analisi con Ion Beams

IL/PIXE/PIGE



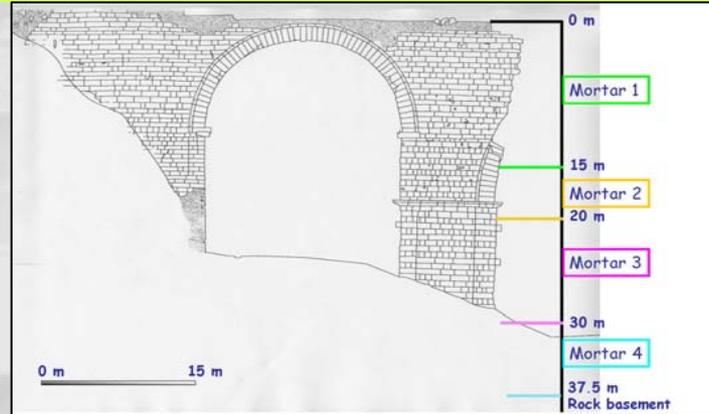
Re, Angelici, Lo Giudice, Maupas, Giuntini, Calusi, Gelli, Massi, Borghi, Gallo, Pratesi, Mandò (2013)

Malte ed intonaci

Caratterizzazione chimica, mineralogica, petrografica, fisica e geomeccanica delle malte → stato di alterazione / grado durabilità



Franchi, Fratini, Manganelli Del Fa (1985)....



- M4: basamento con molto tufo e poroso
- M3: meno tufo, idraulica, per resistere al flusso acqua
- M2: no tufo, selce, molto idraulica coesa, poco porosa per tensione arco
- M1: bassa coesione di riempimento malta a terra



Le malte della Cupola del Brunelleschi (XV sec.) – Firenze sono un esempio di malta antica leggermente idraulica (calce prodotta da cottura di calcare Alberese) di ottima qualità.



Ponte di Augusto a Narni (27 a.C.)

Sono state utilizzate differenti malte idrauliche con particolari funzioni strutturali

Cantisani et al. (2002)

Malte ed intonaci

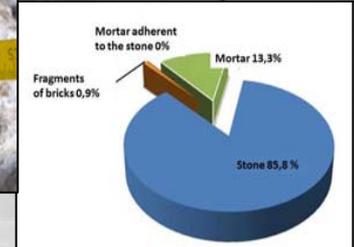


*L'Aquila, Basilica di Colemaggio (XIII - XVIII sec.)
Prima e dopo il terremoto del 2009*



Malta di scarsa qualità, costituita da abbondante aggregato e scarso legante (realizzato con calce e terra) → disintegrazione delle strutture

Pecchioni, Cantisani, Fratini ... (2011)



**MALTE ANTICHE E MODERNE:
CONOSCERE IL PASSATO PER
PROGETTARE IL FUTURO**

Ceramiche



San Salvatore a Vaiano

Manganelli Del Fa, Vannucci (1976)



**Scavi di Pisa S. Rossore
(navi romane)**



Aiano - Torracchia di Chiusi



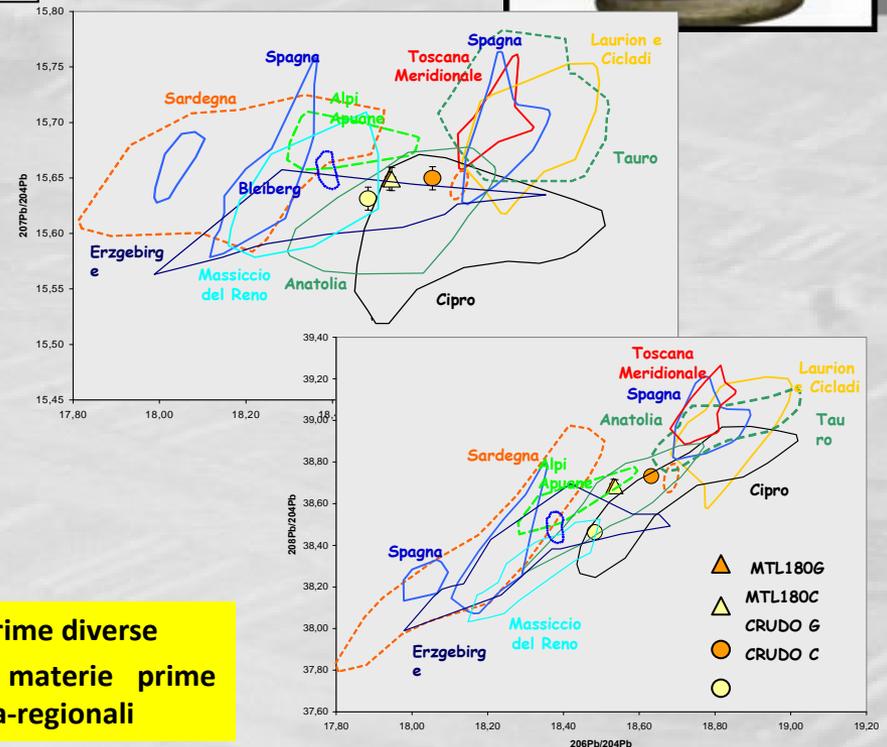
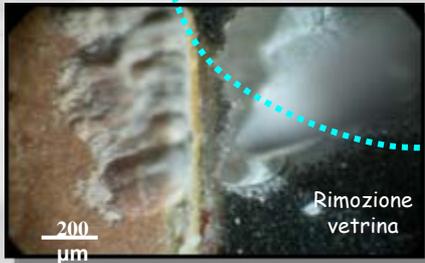
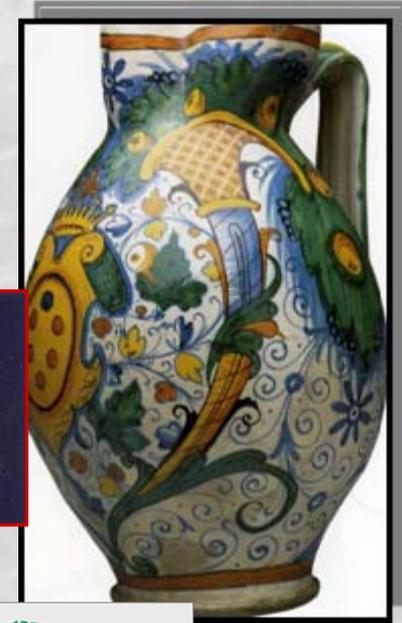
Montieri (GR)

Ceramiche

- Alcuni pigmenti compaiono a Montelupo dopo secoli di assenza nel "mondo occidentale"
- E' il caso del colore giallo Napoli (antimoniato di Pb)

Gallo, Costagliola ... (2007)

Analisi della
composizione
isotopica del Pb

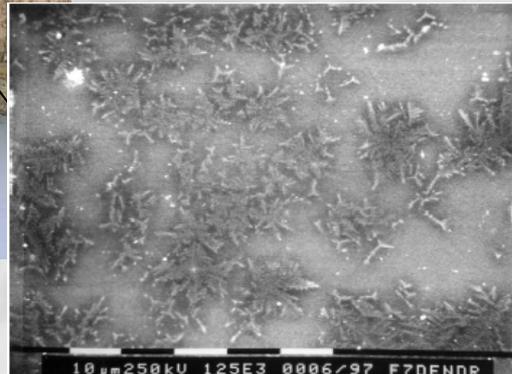


- All'interno della stessa bottega venivano impiegate materie prime diverse
- Benchè siano noti e sfruttati i giacimenti toscani, le materie prime provengono interamente, o almeno in parte, da giacimenti extra-regionali

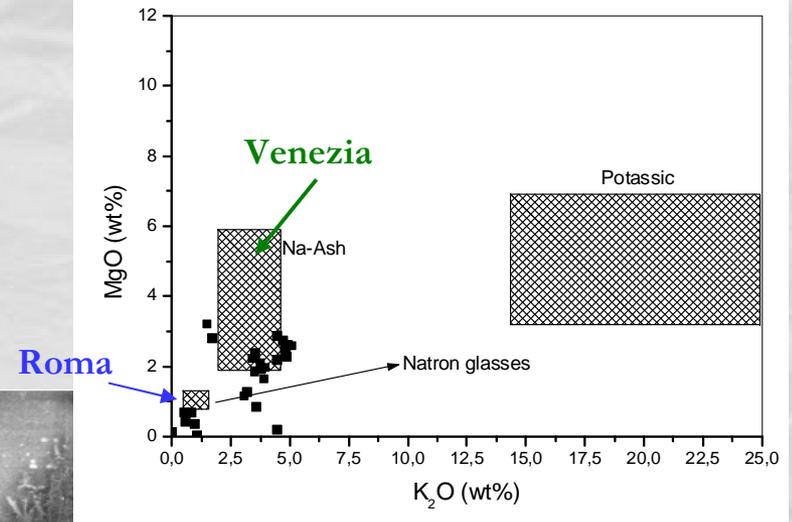
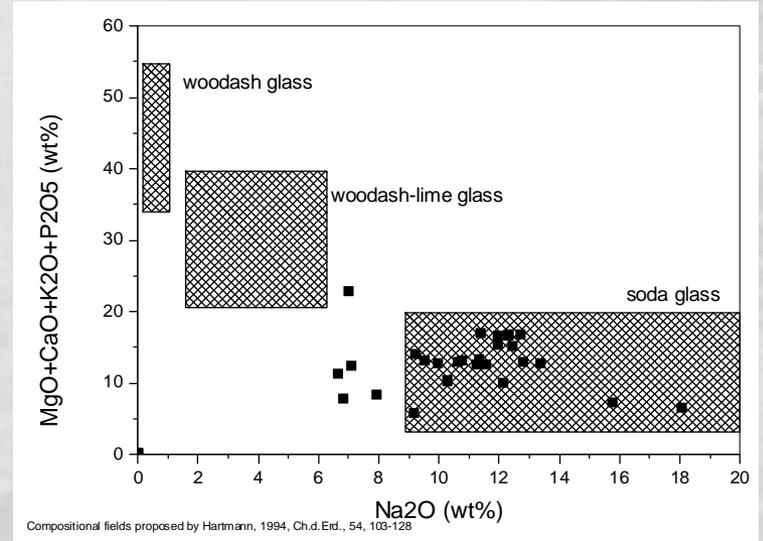
Vetri



Grotta Buontalenti (Boboli)



10 μm 250kV 125E3 0006/97 F70ENDR



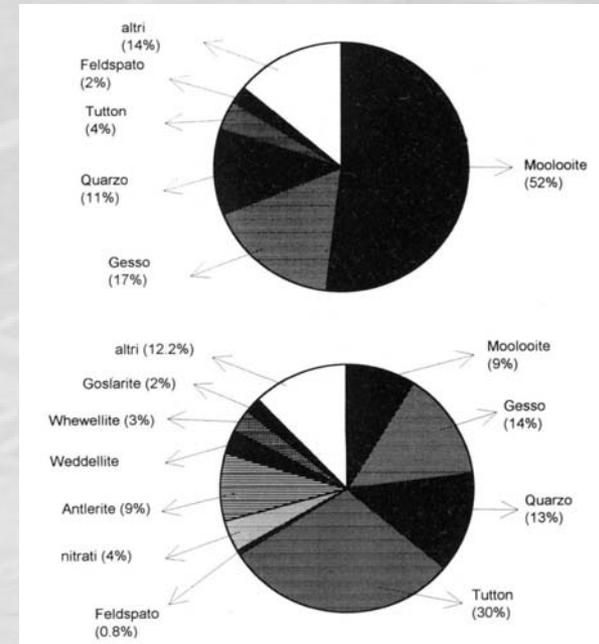
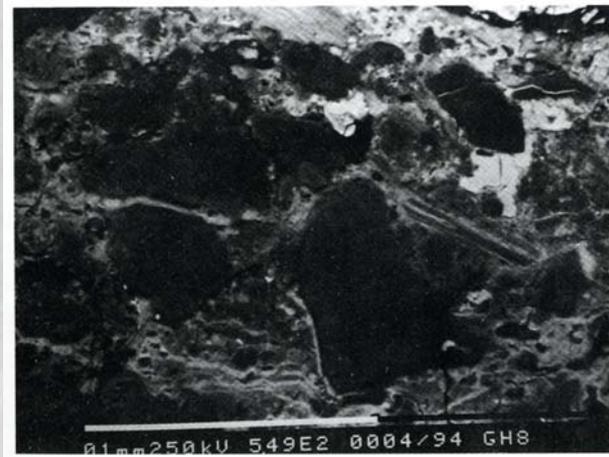
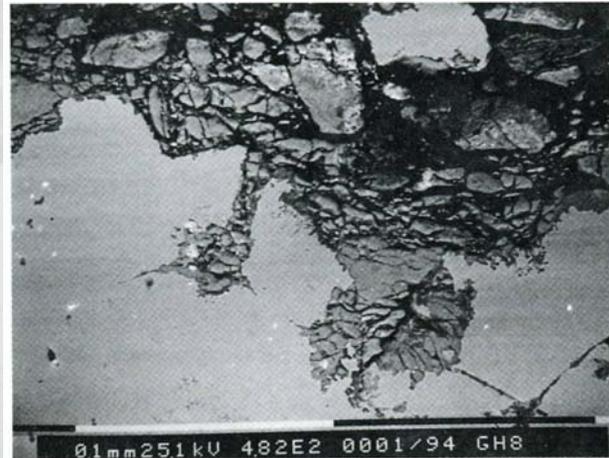
Costagliola, Baldi, Cipriani, Pecchioni, Buccianti (2000)

Metalli

Studio dei processi di corrosione e degrado di opere bronzee del Rinascimento fiorentino



S. Giovanni Battista
Lorenzo Ghiberti
(1412-1416)



Bernardini, Trostii Ferroni ... (1995)

Metalli

Studio dei processi di corrosione e degrado di opere bronzee del Rinascimento fiorentino

PF Beni Culturali (Bernardini, Squarcialupi, Trosti ... (1995-2005)



Porta del Paradiso
Lorenzo Ghiberti
(1425-1452)

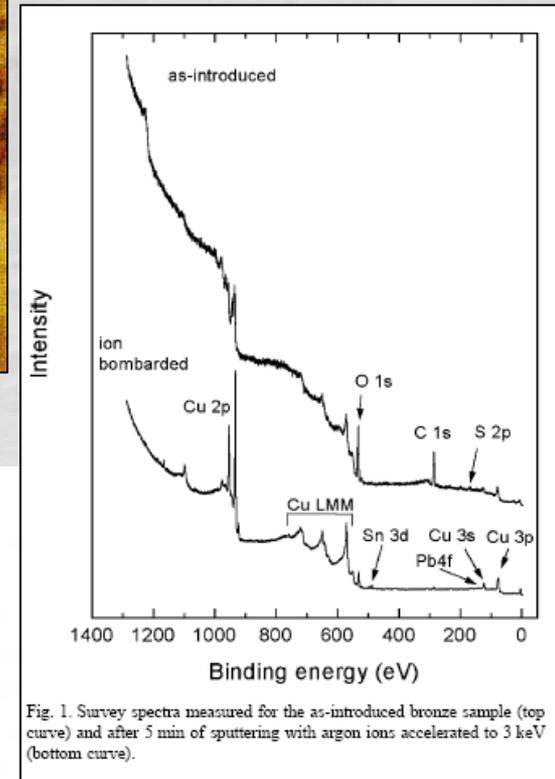
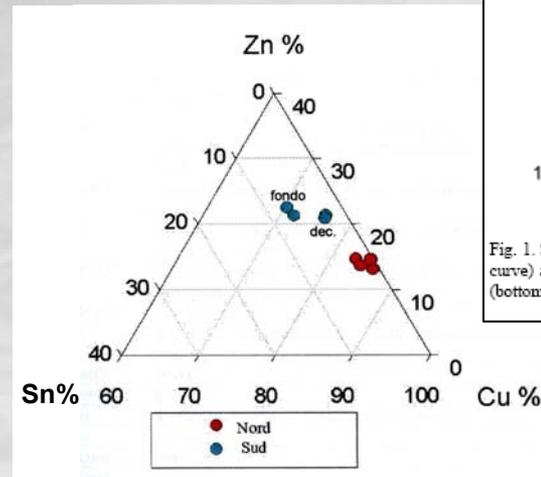
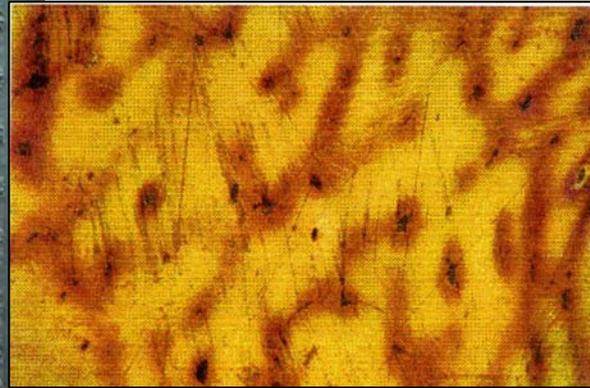


Fig. 1. Survey spectra measured for the as-introduced bronze sample (top curve) and after 5 min of sputtering with argon ions accelerated to 3 keV (bottom curve).

Metalli

Studio di siti archeometallurgici

Populonia-Baratti
(Livorno)

forgia di Fe

scoria di
colata di
Fe

US 22 B6a

Cu

IX-VIII sec. a.C.

bluma di Fe

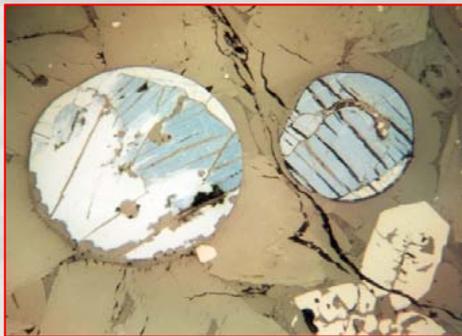
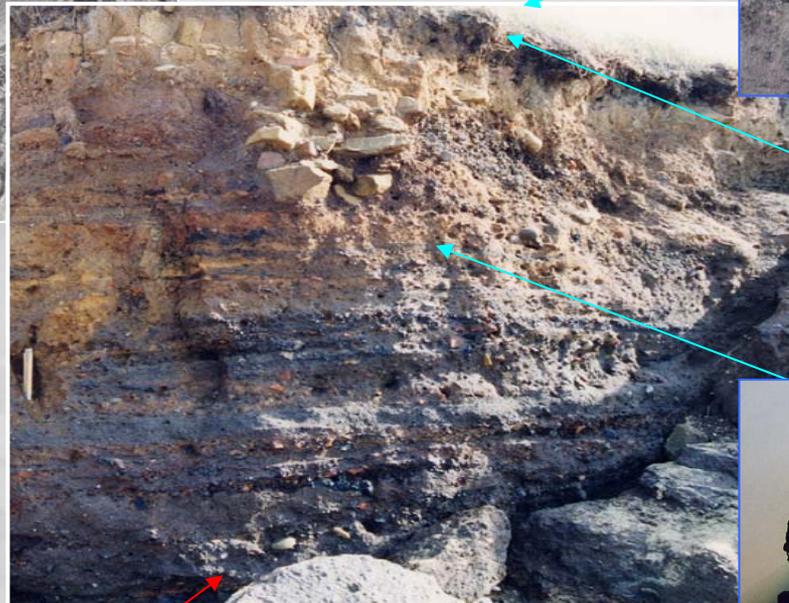
Fe

VII sec. a.C. – I sec. d.C.

scoria di Cu

10 cm

*Chiarantini, Benvenuti, Cartocci, Costagliola,
Fedi, Guideri, Romualdi (2009)*

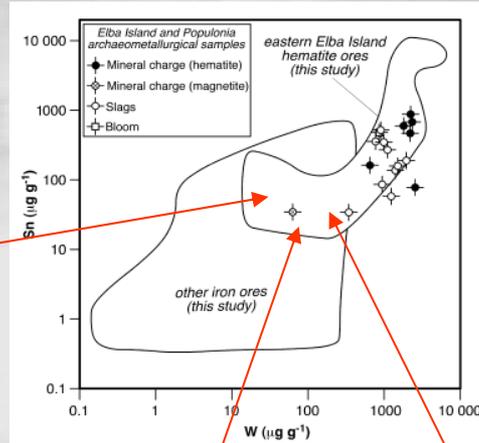


Isola d' Elba (Livorno)

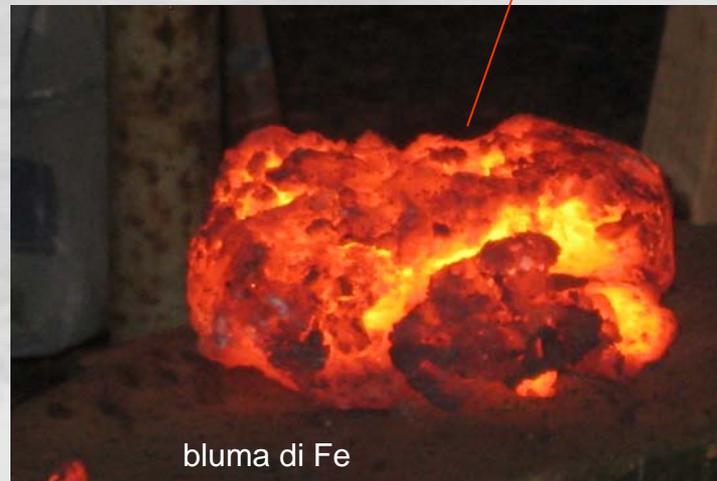
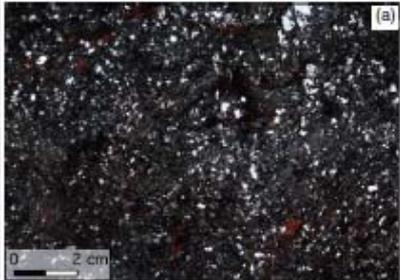
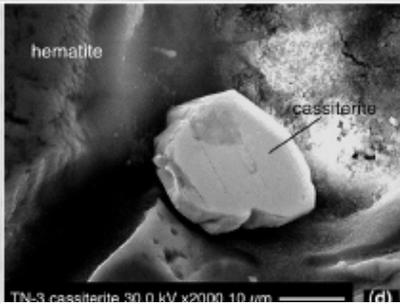


Metalli

Studi di provenienza



ematite



bluma di Fe

Benvenuti, Dini, D'Orazio, Chiarantini, Costagliola (2013)



Archeometallurgia sperimentale

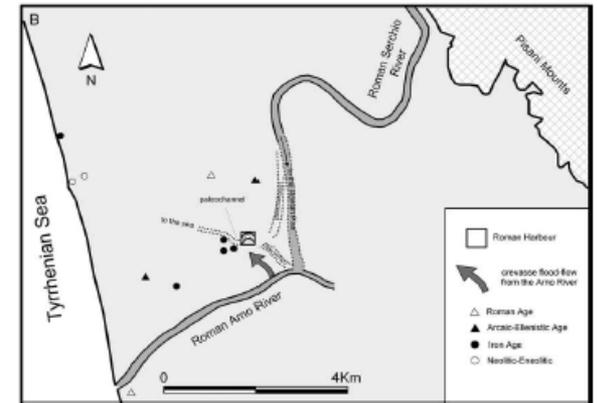
Analisi stratigrafiche...



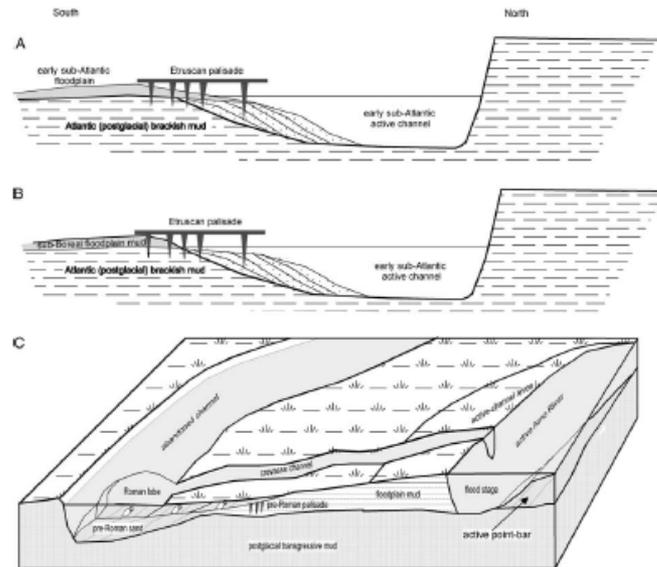
<http://www.cantierenavipisa.it/>



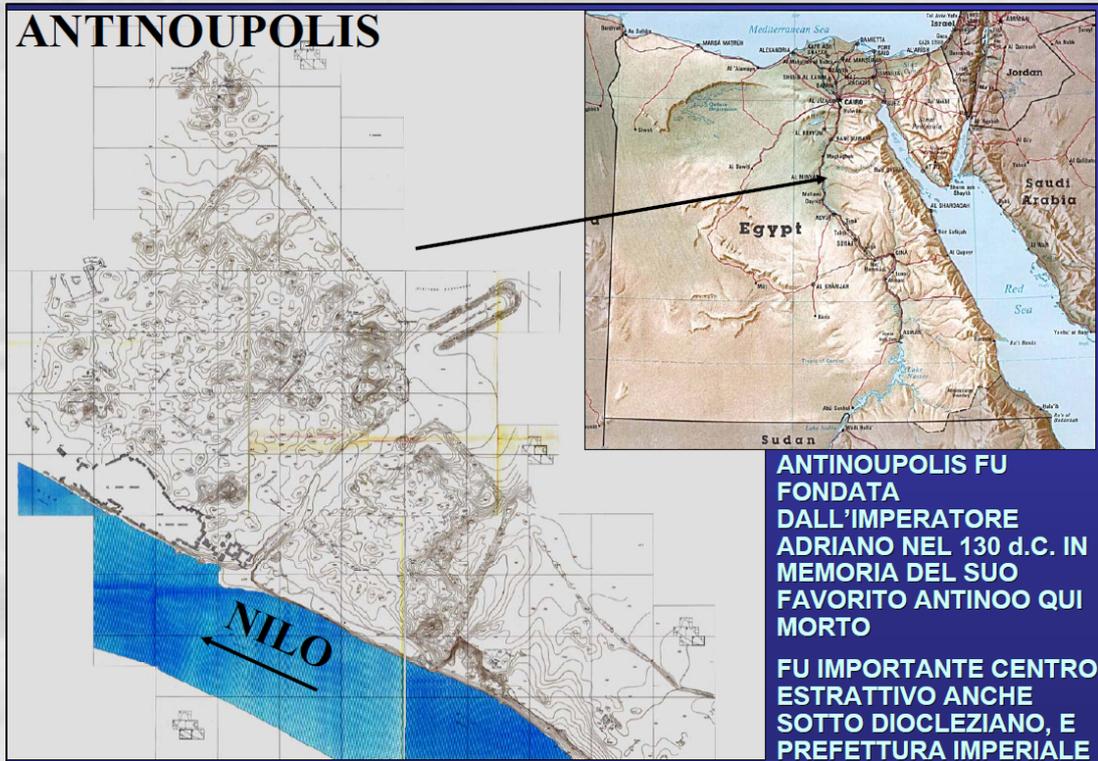
- FASE ETRUSCA
- ALLUVIONE ELLENIST
- ALLUVIONE PRIMO-IM
- ALLUVIONI MEDIO-IMF
- ALLUVIONI TARDO-AN



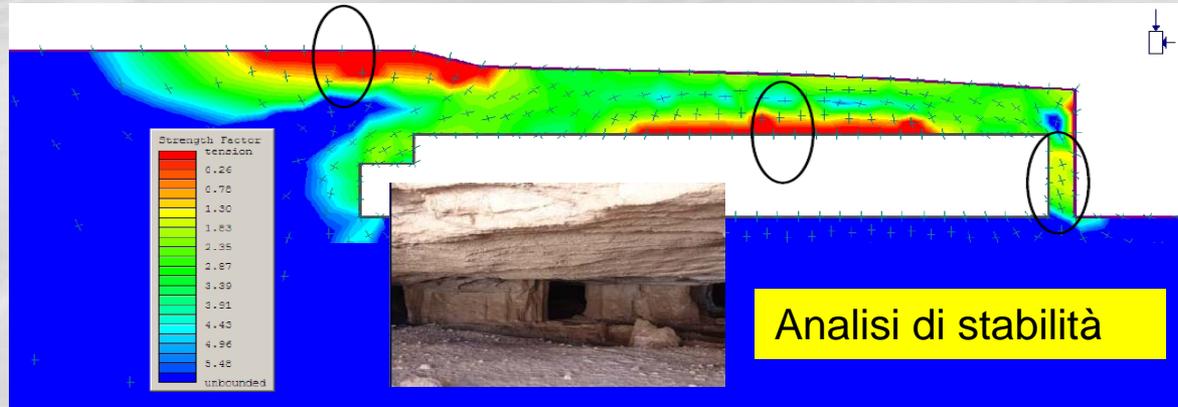
Benvenuti, Mariotti-Lippi, Pallecchi, Sagri (2006)



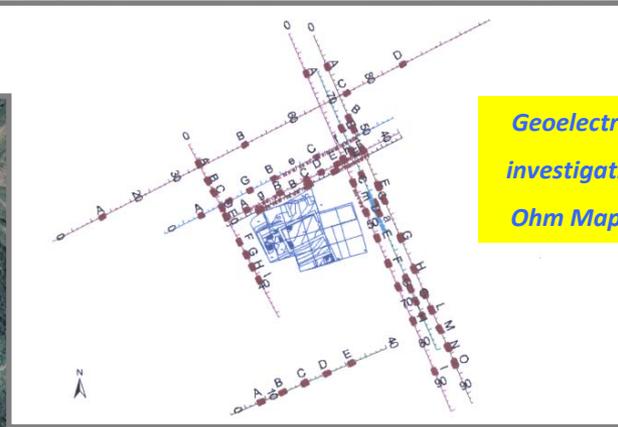
Analisi stratigrafiche...



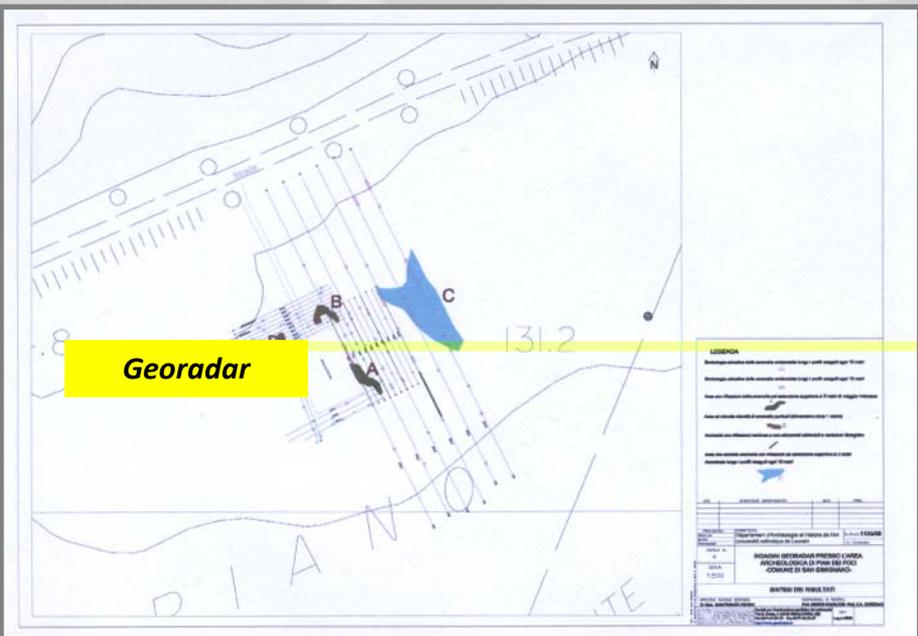
Tecniche e modalità di coltivazione delle cave di lapidei di età Romana



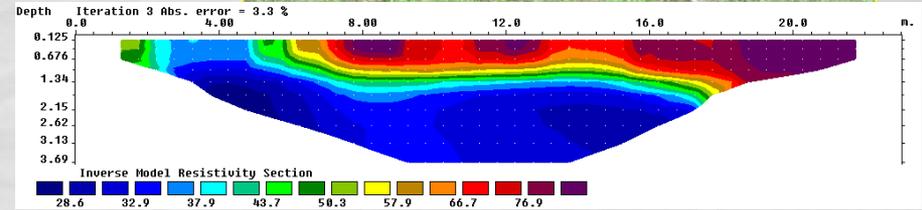
Analisi geoeletriche...



Geoelectrical investigations
Ohm Mapper



Georadar



Rischi geologici

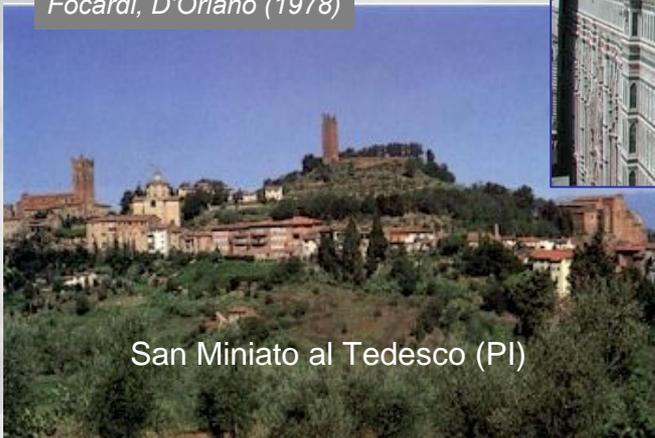
S. Maria del Fiore (FI)

Focardi, D'Oriano (1978)



Fortezza da Basso (FI)

Focardi, D'Oriano (1978)



San Miniato al Tedesco (PI)

**Disseti idrogeologici
di siti monumentali
e città d'arte**

Monte alle Croci-S. Miniato (FI)



Focardi P. (1991)

Scarperia



Malesani (1980)

Pitigliano



Canuti, Focardi, Nardi, Puccinelli (2000)

Chiusi della Verna



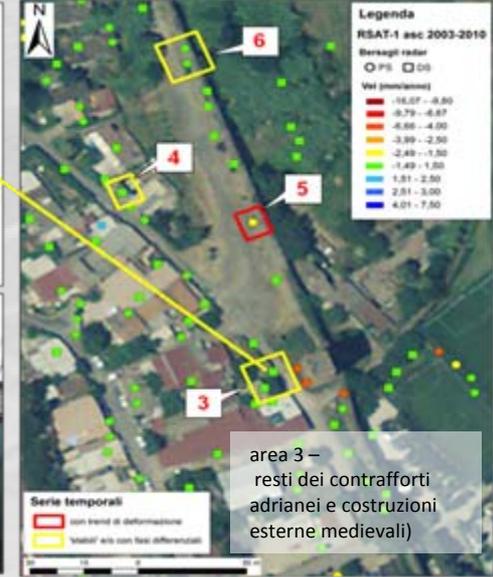
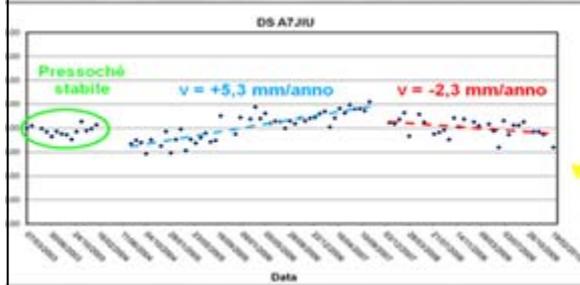
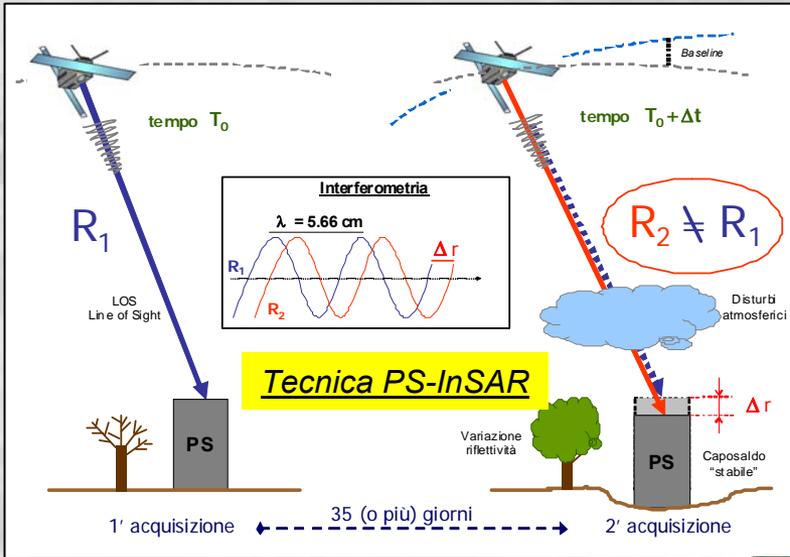
Canuti, Casagli, Garzonio, Vannocci (1990)

Rischi geologici

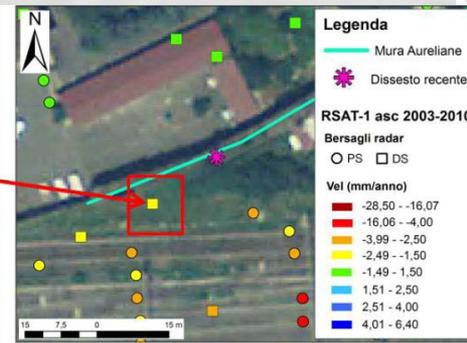
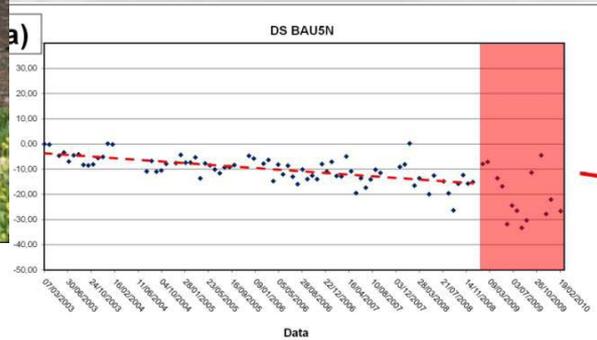
INTERFEROMETRIA RADAR SATELLITARE

Casagli, Tapete, Fanti, Moretti, Del Ventisette (2011)

ACQUEDOTTI ROMANI (Torre del Fiscale – Roma)

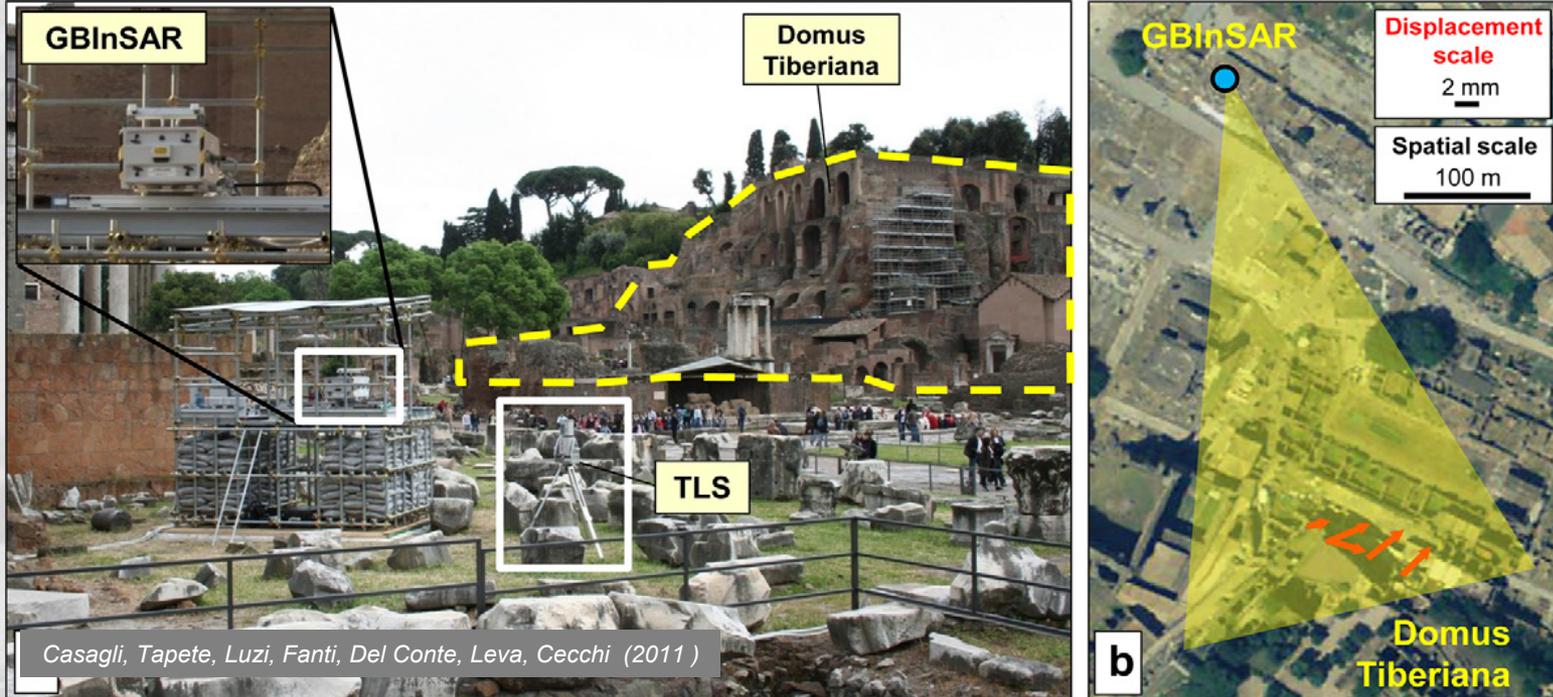


MURA AURELIANE (Viale del Campo Boario – Roma)



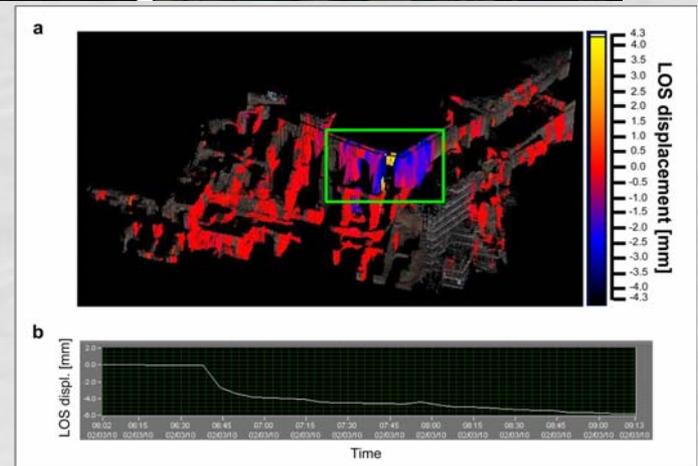
Rischi geologici

INTERFEROMETRIA RADAR DA TERRA (GBInSAR)



FORO ROMANO E COLLE PALATINO (Roma)

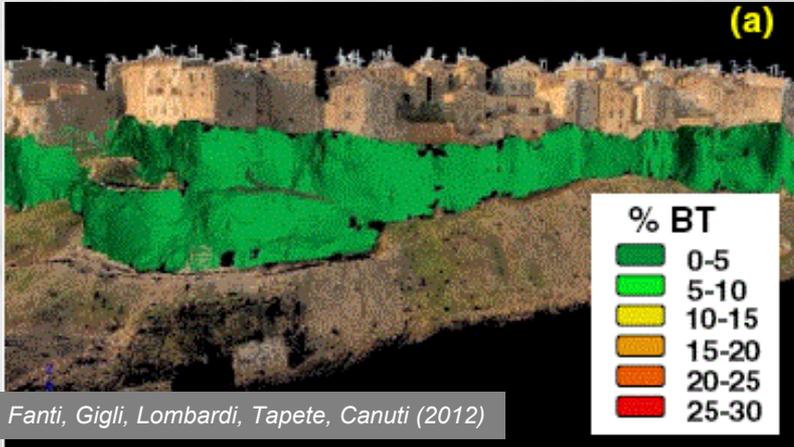
Deformazione localizzata nella zona della Domus Tiberiana conseguenti a specifiche indagini di sottosuolo in situ (perforazioni)



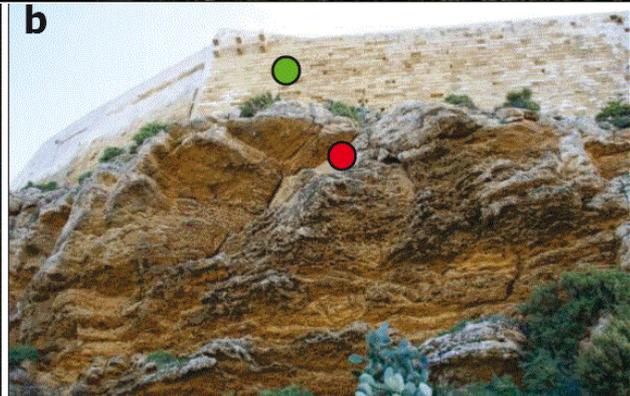
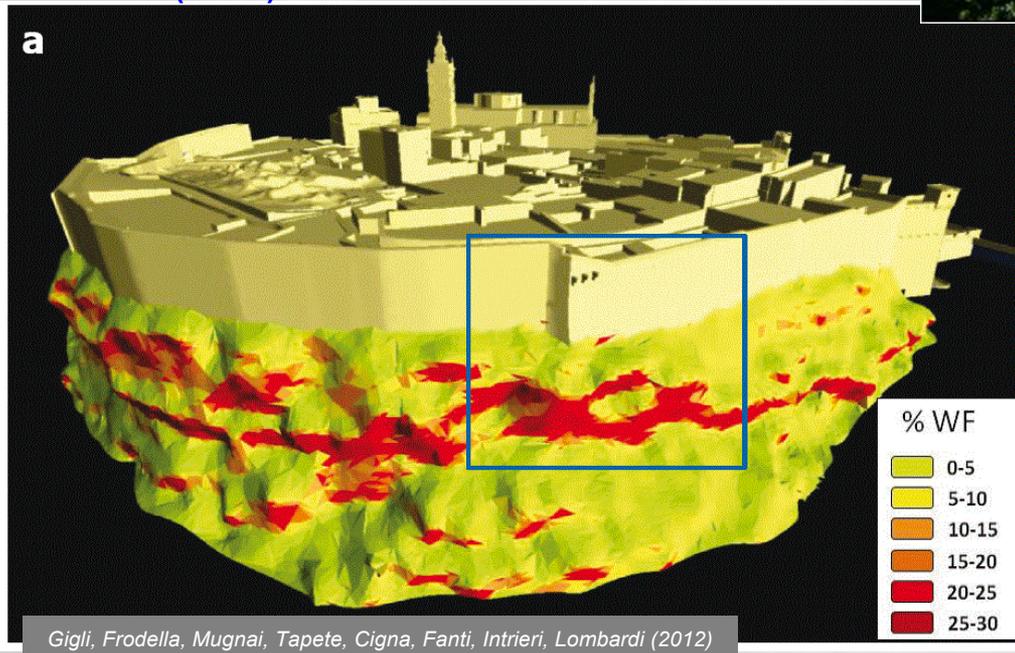
Rischi geologici

LASER SCANNER TERRESTRE (TLS)

Pitigliano



Citadel (Malta)



Rischi geologici

Rischio sismico

Fiaschi, Matassoni, Pratesi, Garzonio, Malesani (2012)

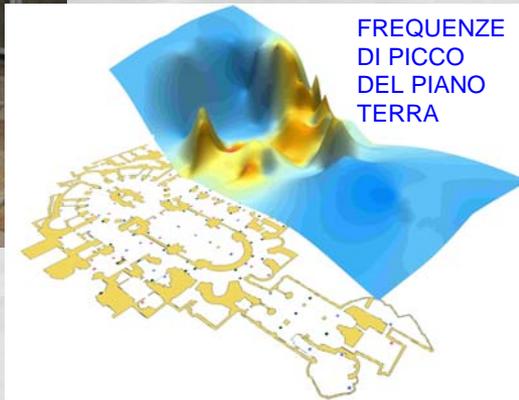
Basilica del Santo Sepolcro



Metodo di Nakamura (HVSr, Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

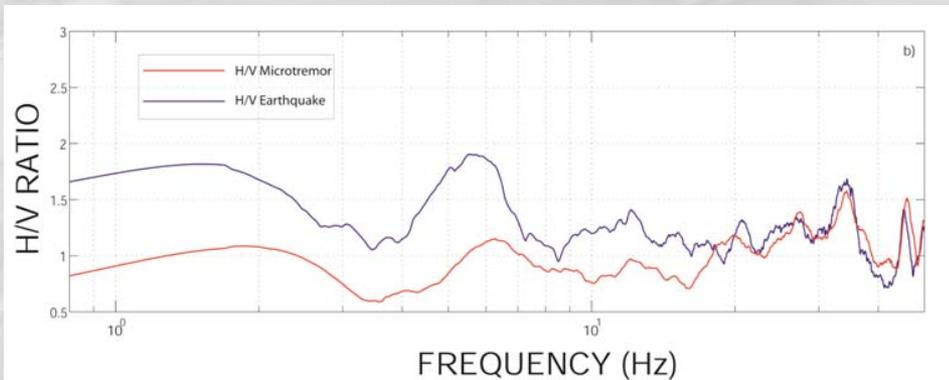


300 misure di microtremore in interni (2007-2008)



L'acquisizione del **microtremore** avviene su un unico punto considerando sia il moto verticale sia quello orizzontale

- Valutazione della pericolosità sismica
- Valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio



Confronto tra le funzioni di amplificazione dei microtremori e le funzioni di amplificazione relative al terremoto regionale.

