



**HAL**  
open science

## Indagini geofisiche Radar multifrequenziale, elettrostatica e multielettrodo in Prato della Valle (Padova) per il rilevamento del Teatro Romano “Zairo”

G Ciochetto, Michel Dabas, A Giovelli, F Gorini, Agathe Grespan, Alain  
Jolivet, Vittorio Iliceto, D Roccatò

### ► To cite this version:

G Ciochetto, Michel Dabas, A Giovelli, F Gorini, Agathe Grespan, et al.. Indagini geofisiche Radar multifrequenziale, elettrostatica e multielettrodo in Prato della Valle (Padova) per il rilevamento del Teatro Romano “Zairo”. *Geologia tecnica & Ambientale*, 1999, 4, pp.25-31. hal-02925652

**HAL Id: hal-02925652**

**<https://hal.science/hal-02925652>**

Submitted on 30 Aug 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

→ A. T.

G. CIOCHETTO - M. DABAS - A. GIOVELLI - F. GORINI - A. GRES PAN  
A. JOLIVET - V. ILICETO - D. ROCCATO

**Indagini geofisiche Radar multifrequenziale,  
elettrostatica e multielettrodo  
in Prato della Valle (Padova)  
per il rilevamento del Teatro Romano «Zairo»**

*Multifrequency Radar, Electrostatic  
and Multielectrode Array Geophysical survey  
for the location of roman Theater «Zairo»*

*Estratto da:*

**GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE**  
*Journal of technical & environmental geology*

Numero 4 - Ottobre/Dicembre 1999

# Indagini geofisiche Radar multifrequenziale, elettrostatica e multielettrodo in Prato della Valle (Padova) per il rilevamento del Teatro Romano «Zairo»

## Multifrequency Radar, Electrostatic and Multielectrode Array Geophysical survey for the location of roman Theater «Zairo»

G. CIOCHETTO<sup>1</sup>, M. DABAS<sup>2</sup>, A. GIOVELLI<sup>1</sup>, F. GORINI<sup>3</sup>, A. GRESPAN<sup>4</sup>, A. JOLIVET<sup>2</sup>, V. ILCETO<sup>4</sup>, D. ROCCATO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CSELT, Torino

<sup>2</sup> CNRS et DGA, UMR7619, Université Paris VI Tour 15-25 Boite 105, 75252 Paris Cedex 05 France

<sup>3</sup> Università di Trieste

<sup>4</sup> Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica - Università di Padova

Lavoro presentato al Convegno «ARCHEOMETRIE '99», 21-24 Avril 1999, Lyon France

### RIASSUNTO

Nel 1775, durante i lavori di bonifica e risistemazione paesaggistico-ambientale dell'area paludosa del Prato della Valle, vennero alla luce le fondazioni del teatro romano "Zairo" ad una profondità di circa 1.5 metri. Il teatro venne completamente distrutto durante il Medio Evo ed il Rinascimento ed il materiale riutilizzato per la costruzione della vicina Basilica di S. Giustina.

Attualmente la parte centrale del Prato è occupata dall'isola Memmia, circondata da una canaletta, nel cui letto sono visibili i resti delle fondazioni a raggiera del teatro, da un marciapiede lastricato e da aiuole allungate che separano quest'area dal resto del Prato interamente asfaltato.

In una parte del Prato vennero condotte tre indagini geofisiche impiegando degli elettrodi capacitivi, un radar multifrequenziale (200 e 600 MHz) con antenne ad array mono e bistatiche ed il sistema multielettrodo.

Tutti i metodi fornirono risultati soddisfacenti nel senso che si sono potuti individuare gli elementi strutturali del teatro quali i muri radiali, ricoperti dal tappeto erboso e dall'asfalto e le fondazioni dell'orchestra e della scena.

Anche se l'area prospettata con gli elettrodi capacitivi è risultata minore di quella ricoperta dalle misure radar, si è potuta constatare la buona correlazione dei risultati, confermati tra l'altro dalle misure multielettrodo in resistività e Polarizzazione Indotta, quest'ultima permettendo anche di individuare un cavo elettrico sepolto ed alimentato.

### ABSTRACT

The foundations of the Roman Theatre "Zairo" were discovered, about 1.5 m deep, in 1775 during the land reclamation works of the swampy area of Prato della Valle - Padua. The theatre was completely destroyed during Middle Age and Rinascimento by people who used it like building material quarry for the new S. Giustina Church.

Today the area is partially occupied by a channel, a lawn and a big asphalted square, parts of the foundations, the radial walls, are still visible at the bottom of the channel used to reclaiming the area.

In the square and the lawn were carried out three geophysical surveys: the first employing capacitive electrodes, the second with a multifrequency GPR array (200 - 600 MHz), in mono and bistatic mode, and the last with multielectrode system.

All methods gave good results, theatre structural elements, like the radial walls under the lawn and asphalted road and the foundations of the orchestra and scena, have been resolved. The capacitive electrodes survey covered only a part of GPR area. In the overlapping area we could see a good correlation between the two methods results. GPR could map structures in the area not covered by Capacitive and Multielectrode systems, confirmed the results and allowed to better locate a powered electrical line.

## 1. Introduzione

Il Prato della Valle è ubicato poco a Sud del centro storico di Padova e forma una grandissima piazza, fra le maggiori d'Europa, ricca di monumenti fra i quali la Basilica di S. Giustina e la Basilica del Santo per antonomasia: S. Antonio da Padova.

In epoca romana in quest'area venne costruito un teatro, denominato, nel Medioevo, "Zairo" la cui ricostruzione prospettica (Fig. 1) venne eseguita ad opera del Selvatico e Ciotti nell'Ottocento.

Nel Cinquecento di questo teatro esistevano ancora dei resti importanti che vennero radicalmente utilizzati, probabilmente per la costruzione della Basilica di S. Giustina, prospiciente il Prato della Valle (Fig. 2), tanto che si persero definitivamente le sue tracce.

Nel 1775, durante i lavori di bonifica del Prato, divenuta nel frattempo una zona alquanto paludosa, venne co-

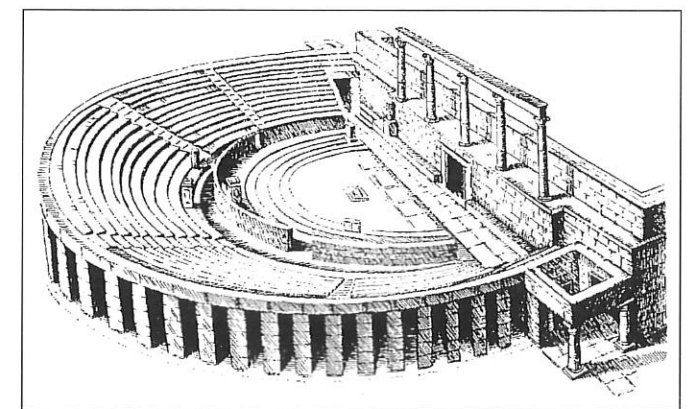


Fig. 1 - Ricostruzione prospettica del Teatro Zairo secondo Selvatico e Ciotti.

Prospectic reconstruction of roman theatre Zairo after Selvatico and Ciotti.



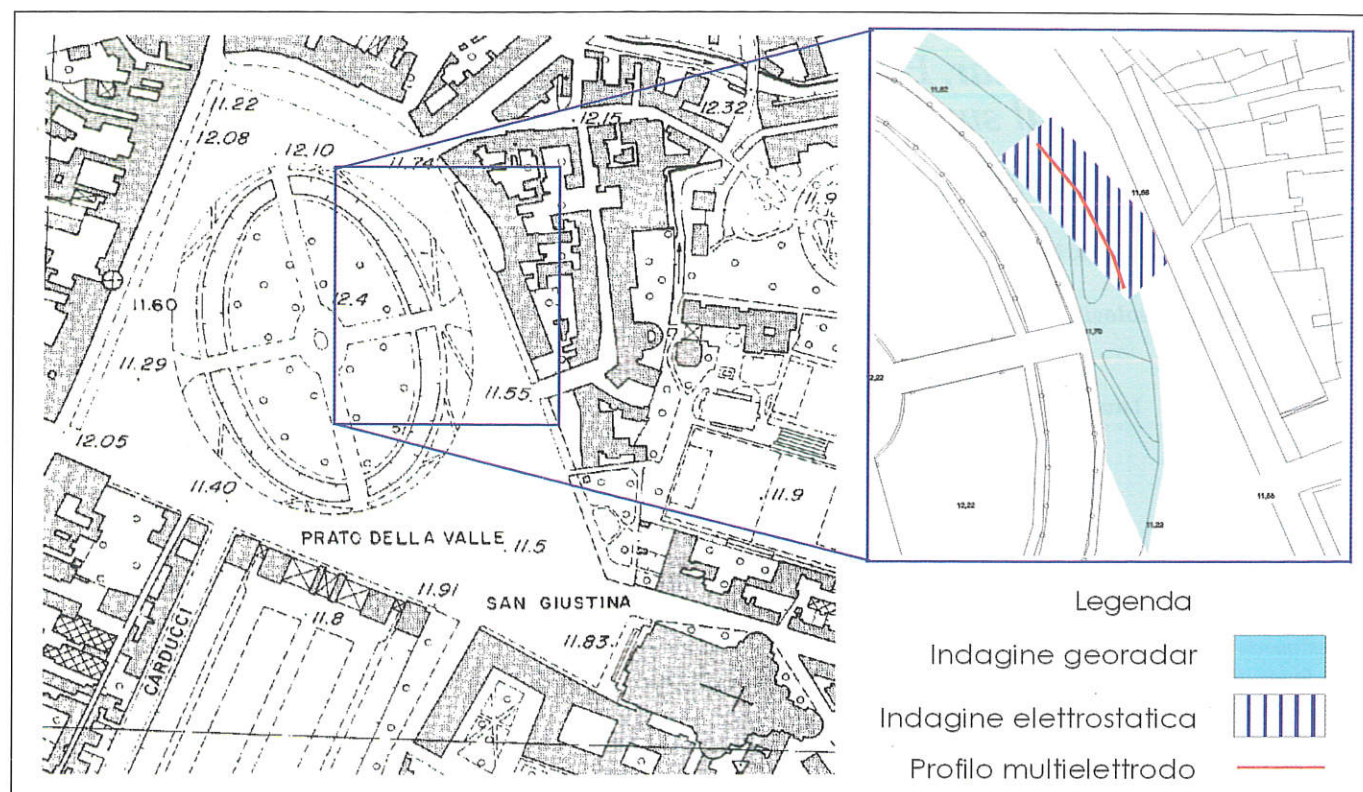


Fig. 2 - Carta topografica dell'area di Prato della Valle e posizionamento delle zone investigate.  
Prato della Valle topographic map and location of the investigated zones.

struita un canaletta che circonda un'isola di forma ellissoidica denominata Isola Memmia (Fig. 2). In queste circostanze vennero alla luce, a circa 1.5 metri di profondità, le fondazioni del teatro romano costituite da blocchi quadrati di trachite euganea e di calcare berico.

Infine nel settembre 1963, durante i lavori di ripulitura della canaletta, riapparvero parte dei muri radiali di sostegno della cinta esterna, della cavea e della raggiera a sostegno delle gradinate.

Questi ultimi ritrovamenti sono testimoniati da fotografie e rilievi topografici che, assieme alla tipologia tipica dei teatri romani, consentono di ipotizzare una ricostruzione alquanto fedele dell'intero impianto di fondazioni. Esse oggi si trovano in parte all'interno dell'Isola Memmia e per buona parte all'esterno della canaletta (Fig. 2).

## 2. Misure geofisiche

Le indagini geofisiche condotte nel Prato della Valle non avevano tanto lo scopo di scoprire l'esatta ubicazione del teatro Zairo, peraltro nota, ma piuttosto di creare un Test Site ove confrontare diverse metodiche geofisiche, operanti comunque all'interno di un agglomerato cittadino e con aggiunta di dover agire su diverse coperture del suolo quali:

- lastricato trachitico, formante il marciapiede,
- terreno naturale nelle aiuole,
- manto di asfalto nelle parti più lontane dalla canaletta.

È ben noto infatti che nella progettazione di un'indagine geofisica devono essere tenuti in considerazione i fattori fisici ed ambientali caratterizzanti l'area di studio e che possono condizionare le modalità di applicazione e la scelta delle tecniche geofisiche.

Nelle condizioni di suolo sopra descritte i metodi elettrici tradizionali a contatto galvanico ed il Multielettrodo, possono essere utilizzati solo all'interno delle aiuole e sull'asfalto, in quest'ultimo ambiente con notevole difficoltà e laboriosità, mentre sul lastricato, asfalto e naturalmente aiuole, non trovano limitazioni d'uso i metodi elettromagnetici quali appunto il Radar, il sistema elettromagnetico ad elettrodi capacitivi ecc.

In questo singolare Test Site si sono potuti quindi confrontare diversi metodi geofisici, valutandone gli aspetti tecnici quali la loro operatività, tecniche di misura e soprattutto i risultati specifici.

Nella figura 2 viene ubicata l'area in esame e le aree prospettate con le varie metodologie sopra menzionate. Mentre il GPR e i quadripoli elettrostatici sono stati utilizzati indipendentemente dalla natura della copertura, il multielettrodo è stato finalizzato alla costruzione di una sezione bidimensionale localizzata sul tratto a manto erboso.

## 3. Misure Radar

La prospezione radar è qui risultata la più utilizzata poiché con essa è stata ricoperta una vasta area, di 200 metri di lunghezza per 20 di larghezza, che ha coperto trasversalmente il teatro lungo la sua estensione massima.

La strumentazione utilizzata è un nuovo tipo di strumento di fabbricazione italiana (IDS-Pisa in dotazione alla CSELT di Torino): il radar multifrequenza RIS M/F equipaggiato con tre antenne disposte ad array orizzontale e in posizione co e cross-polare.

L'area venne prospettata ricoprendola con profili longitudinali ed arcuati in modo da seguire il bordo della ca-

naletta. Essi vennero spazati di due metri mentre i trasversali di cinque metri.

L'analisi dei risultati di campagna ha portato a concentrare l'attenzione sui file acquisiti in monostatico 600 MHz che ha consentito di individuare distintamente le strutture sepolte. I dati acquisiti con antenna a 200 MHz sono stati un'utile conferma delle anomalie rilevate nei profili acquisiti con antenna a più alta frequenza.

L'elaborazione ha seguito la procedura riportata in tabella 1 in forma di Flow-Chart. Si sono utilizzati principalmente due algoritmi di guadagno, lineare ed AGC (*Automatic Gain Control*), per l'elaborazione finale si è preferito utilizzare l'AGC. In alcuni casi si è utilizzata una procedura deconvolutiva che ha permesso di comprimere il segnale proveniente dalle riflessioni rendendole più nette. In seguito ad una comparazione dei risultati ottenuti applicando una "spiking deconvolution" ed una "predictive deconvolution" si è scelto di utilizzare quest'ultima ottenendo come risultato finale una migliore "focalizzazione" delle riflessioni. Un filtraggio verticale, con finestra ampia per preservare il segnale, è stato utilizzato per la rimozione del rumore ad alta frequenza introdotto con la procedura deconvolutiva.

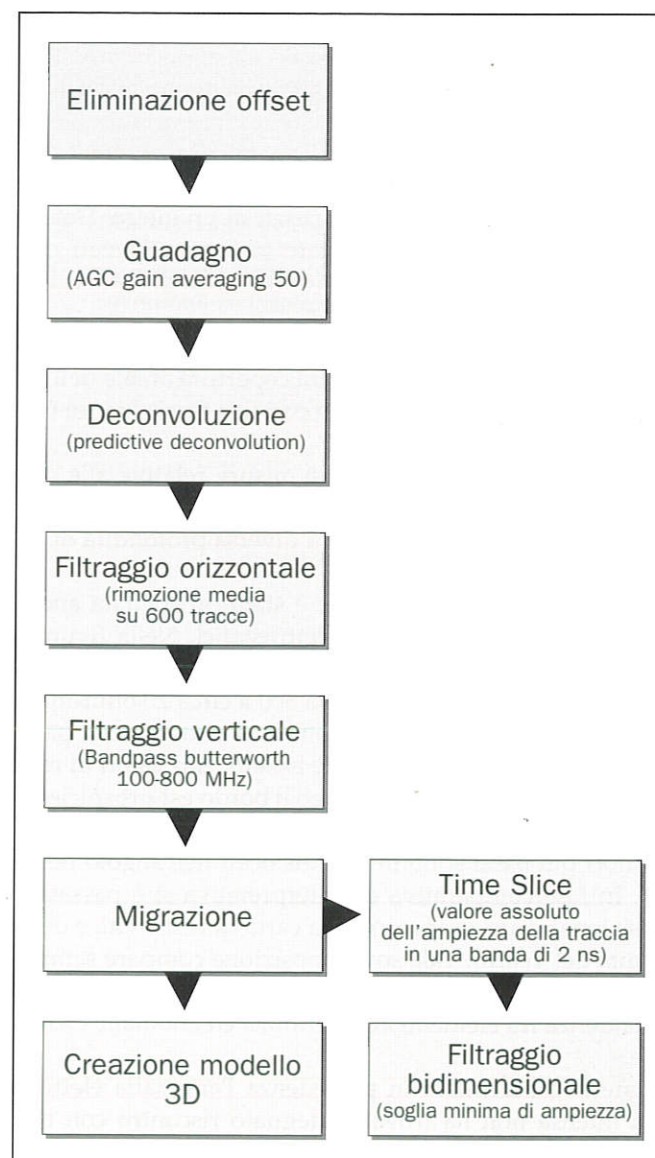


Tabella 1 - Flow chart della procedura di elaborazione per i dati georadar.  
Georadar signal processing flow chart.

I segnali spuri persistenti lungo il profilo (ad es. riflessione dall'interfaccia aria-suolo e wow) sono stati eliminati applicando un filtro orizzontale.

Nell'interpretazione finale un ruolo importante ha avuto l'utilizzo di "Time-slices" centrate su differenti tempi (Fig. 3) che hanno messo in risalto le parti della struttura più superficiali. Le "Time slices", dello spessore di 2 ns, sono il risultato della somma del valore assoluto delle ampiezze del segnale proveniente dalle riflessioni e sono centrate alle profondità più significative. Il filtraggio bidimensionale finale esclude dalla visualizzazione le zone della time slice che non raggiungono un determinato valore di ampiezza.

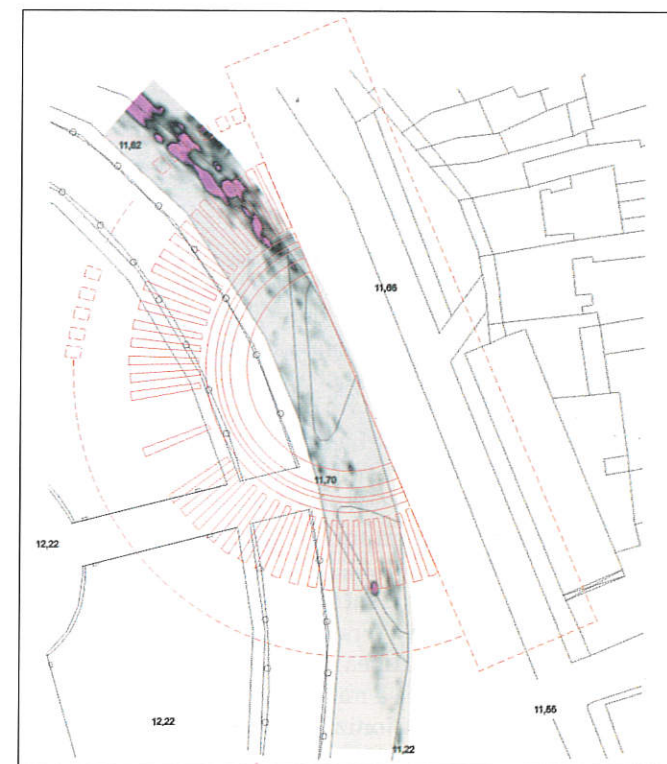


Fig. 3 - Ricostruzione della pianta del Teatro (in rosso) ed anomalie Georadar.  
Georadar time-slice and Theatre map reconstruction.

Le anomalie si sono concentrate soprattutto nella parte nord dell'area investigata mentre esse, nella parte centrale, perdono di intensità e di coerenza ad eccezione di una ristretta area prossima alle spalle del ponte. Verso sud ricompaiono delle anomalie organizzate con energia minore. Ritornando alle anomalie della parte centrale conviene sottolineare il fatto che la restituzione del segnale radar, con la tecnica del "Time-slice", ha in realtà fornito un segnale forse non del tutto confacente con la realtà fisica del sottosuolo. Come emerge infatti dalla lettura dei profili si assiste ad una anomalia diffusa provocata da più corpi piuttosto che ad una singola a larga banda come potrebbe essere il caso di un corpo continuo. Nella costruzione della "Time-slice", l'effetto netto della media tra profili e tracce adiacenti e dell'assegnazione di una soglia minima di visualizzazione è il filtraggio bidimensionale delle anomalie a più alta frequenza, ne deriva che in questa zona il segnale radar risulta attenuato rispetto alla sua reale consistenza. Ciò è evidente se si osserva, ad esempio, la sezione radar, lungo la quale è stata successivamente acquisita la sezione multielettrodo.



I risultati, nel loro insieme, sono in buon accordo con la ricostruzione di massima della pianta dello Zairo (Fig. 3). Essendo la zona coperta dall'indagine georadar la prima e quella ad estensione maggiore (Fig. 2) i suoi risultati sono stati utilizzati nelle successive fasi per localizzare precisamente le zone in cui era necessario un approfondimento con metodi alternativi.

#### 4. Indagine quadripolo elettrostatico

Il principio teorico che ha portato alla formulazione del termine «*Quadripolo Elettrostatico*» risale a STOREY [1969] ed era inizialmente rivolto alla misura della permittività dielettrica complessa della Ionosfera.

In estrema sintesi il principio teorico consiste nel fatto che se si considera una carica elettrostatica posta in un mezzo fisico, il potenziale elettrico, in prossimità della carica, dipende dalla permittività del mezzo. Il Quadripolo Elettrostatico si realizza interponendo due punti misura (M ed N) fra due cariche di segno opposto (A e B).

Dato che, come è noto, non è possibile usare due cariche rigorosamente statiche, vengono utilizzate cariche variabili a bassa frequenza nell'ambito dell'approssimazione statica. È stato dimostrato che quando i quattro poli giacciono sulla superficie del suolo, l'impedenza elettrica di trasferimento è identica a quella fornita dai metodi elettrici a corrente continua.

Pertanto con i Quadripoli Elettrostatici è possibile misurare la resistività del sottosuolo anche laddove i tradizionali metodi elettrici non possono operare ad esempio a causa di particolari coperture del suolo od altro.

Gli scopi scientifici che, alla fine degli anni 60, hanno spinto i Ricercatori del Centre de Recherches Géophysiques (C.R.G.) di Garchy (Francia), in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea (E.S.A.), a sviluppare una nuova tecnologia idonea a misurare le permittività dielettrica complessa dei gas ionizzati ed in futuro quella del suolo del Pianeta Marte, hanno portato a concepire un sistema formato da quattro poli, disposti in aria, idoneo a misurare la conducibilità e/o la permittività elettrica del terreno.

Solo però alla fine degli anni '80 vennero sperimentati i primi quadripoli elettrostatici concepiti in modo da poter misurare la conducibilità elettrica del suolo/sottosuolo fino a qualche decina di metri di profondità.

In un settore del Prato della Valle (Fig. 2), nell'area esterna all'Isola Memmia ed in corrispondenza dei ritrovamenti di muri radiali nel fondo della canaletta stessa, venne effettuata, in collaborazione con Ricercatori del CNRS francese e del C.R.G. di Garchy, una prospezione geofisica mediante l'impiego di Quadripoli Elettrostatici. La strumentazione utilizzata è stata costruita e commercializzata, con licenza CNRS, dalla EUROCIM di Cosnes/L (Francia) con forme e dispositivi diversi.

Si tratta infatti di due modi di operare e precisamente:

- (MPU) *multipole électrostatique urbain* e (MPR) *Multipoles électrostatiques routiers*;
- S.E.V. con elettrodi capacitivi.

Nella figura 4 compaiono tutti i tipi sopramenzionati e che sono stati testati durante la sperimentazione nel Prato della Valle.

La strumentazione SEV e MPU si avvale di uno o più quadripoli ad elettrodi capacitivi che sono costituiti da una lamina metallica sovrapposta ad una di materiale plastico. Le dimensioni di tali elettrodi rettangolari sono dell'ordine di  $1/4$  di mq e sono disposti in modo da formare un quadripolo in linea, da ampliare secondo un dispositivo Wenner, oppure da un dispositivo quadrato (Figg. 4a, b, c, d).

Nel modo MPR i quadripoli (Fig. 4c) sono costituiti da elettrodi capacitivi a forma di ruota fissati ad carrello che può essere trainato da un normale automezzo fino ad una velocità di 60 Km orari mantenendo un passo di misura di 10 cm.

Esso è particolarmente idoneo per essere impiegato su percorsi asfaltati, piazze, strade autostrade, ecc.

Nei vari dispositivi le distanze interelettrodiche possono variare a seconda della profondità d'indagine da raggiungere.

Nel dispositivo Wenner (quadripolo simmetrico AMNB disposto in linea - Fig. 4d) la linea di energizzazione AB può avere una lunghezza di 50 metri senza mostrare alcuna distorsione nei confronti di una energizzazione in corrente continua.

La sorgente di energizzazione si avvale di pochi mA a 128 Khz e le misure, sotto forma digitale, vengono inserite direttamente in campagna in un Computer portatile.

Nell'indagine di Prato della Valle le misure, effettuate col modo MPU, si sono susseguite lungo profili disposti in modo parallelo fra loro e distanziati di un metro. Date le deboli profondità da investigare si sono utilizzati due quadripoli elettrostatici quadrati con il lato di 0.90 ed 1.20 metri rispettivamente.

La presenza della cordonatura, a mo' di scalino, dell'aiuola ha impedito una perfetta copertura areale dell'intero settore indagato, lasciando così una fascia bianca inesplorata.

Assemblando separatamente le misure relative alle due distanze interelettrodiche, si sono potute costruire due carte delle anomalie elettriche a diversa profondità di indagine.

In figura 2 compare l'area che è stata prospettata anche con l'impiego di quadripoli elettrostatici. Nella figura 5 compare la carta delle anomalie elettriche in cui i valori di resistività apparente variano da 300 a circa 20  $\text{ohm}\cdot\text{m}$ . In particolare le alte resistività sono concentrate nella parte centrale a formare un ellissoide isolato. Alti valori di resistività si incontrano anche lungo il bordo est prospiciente l'anello stradale di Prato della Valle.

I valori più bassi sono invece dislocati nell'angolo nord-est. In fase comparativa ed interpretativa si è passati al posizionamento reciproco della carta di resistività e della pianta del Teatro. Tale sovrapposizione compare sempre in figura 3 dalla quale si può constatare l'ottima corrispondenza fra elementi architettonici ed anomalie elettriche.

Come si è accennato in precedenza l'anomalia elettrica più intensa non ha trovato adeguato riscontro con una pari anomalia radar riprodotta nella "Time-slice", anche se questo può essere ricondotto alla natura diffusa del segnale. Ciò ha spinto all'esecuzione di un profilo multielettrodo a conferma o meno della predetta anomalia.

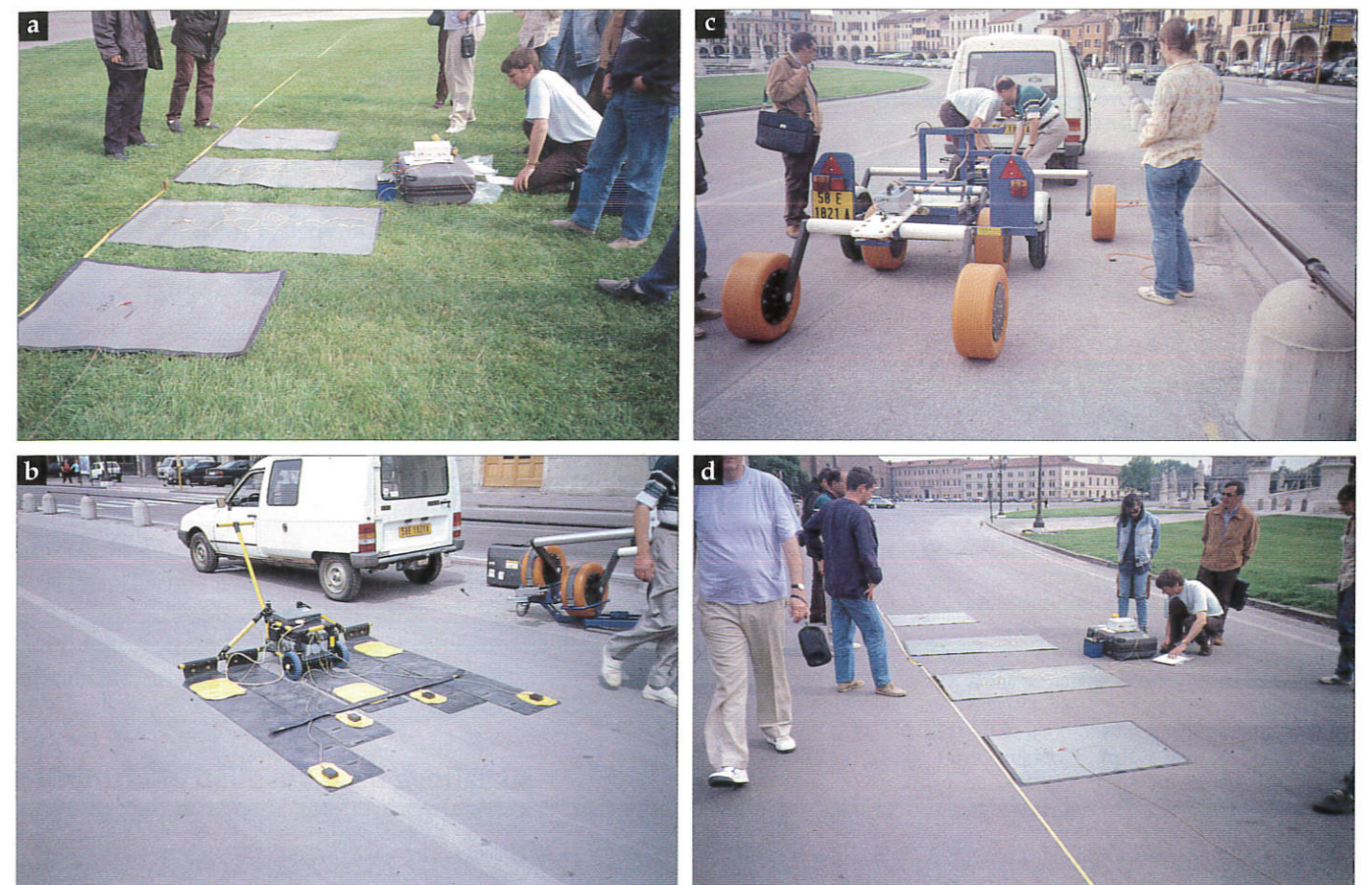


Fig. 4 - Dispositivi multipoli elettrostatici: a) quadripolo Wenner disposto sul prato erboso; b) multipolo in disposizione quadrata disposto sull'asfalto (profiling); c) multipolo nella versione stradale; d) quadripolo Wenner disposto sull'asfalto in posizione sondaggio verticale. Electrostatic multipole arrays: a) Wenner quadripole on the lawn; b) square multipole placed on the asphalt; c) road version of electrostatic multipole; d) vertical sounding on the asphalt with Wenner quadripole configuration.

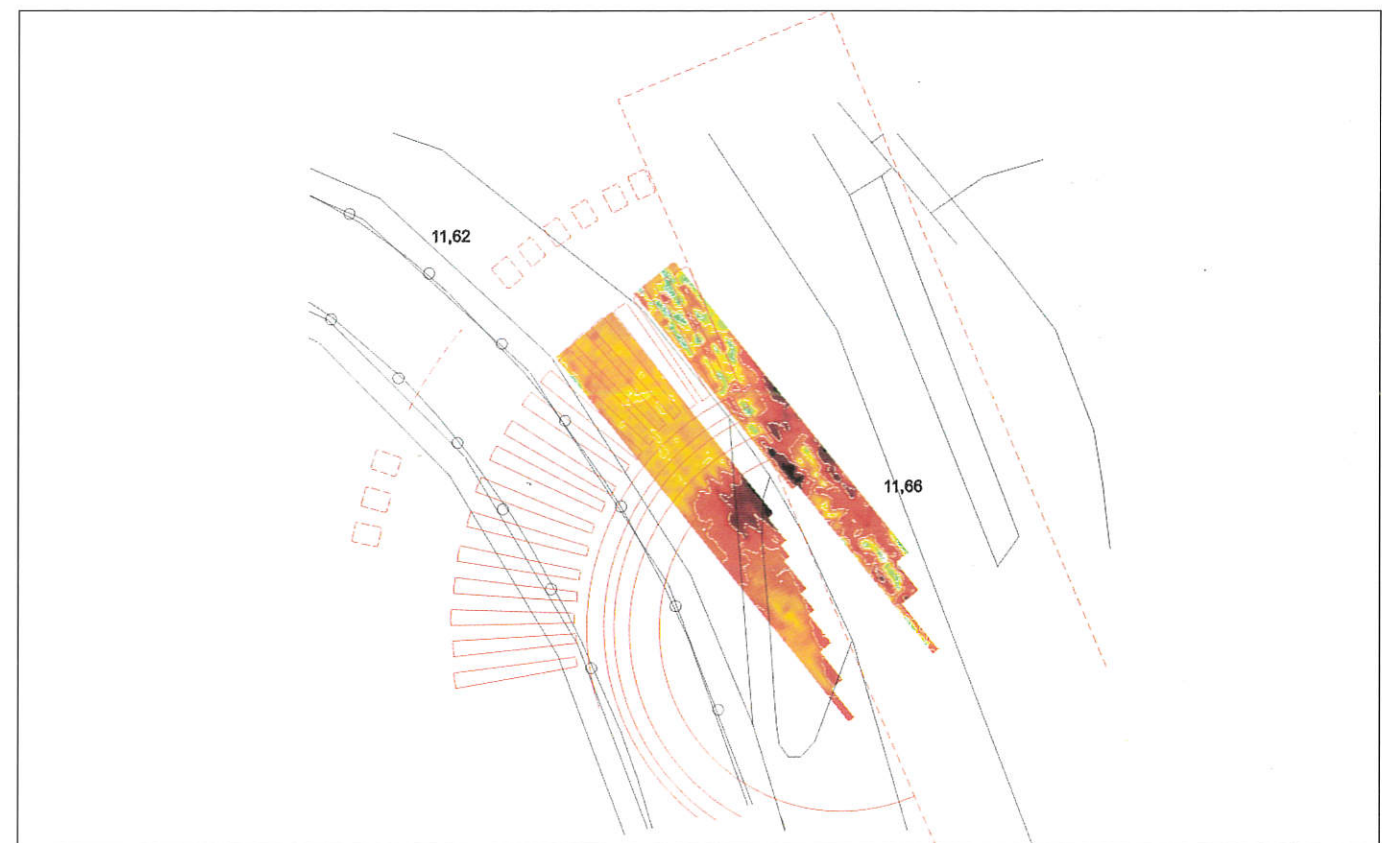


Fig. 5 - Rilievo elettrostatico e ricostruzione della pianta del teatro. Electrostatic resistivity map and theatre map.



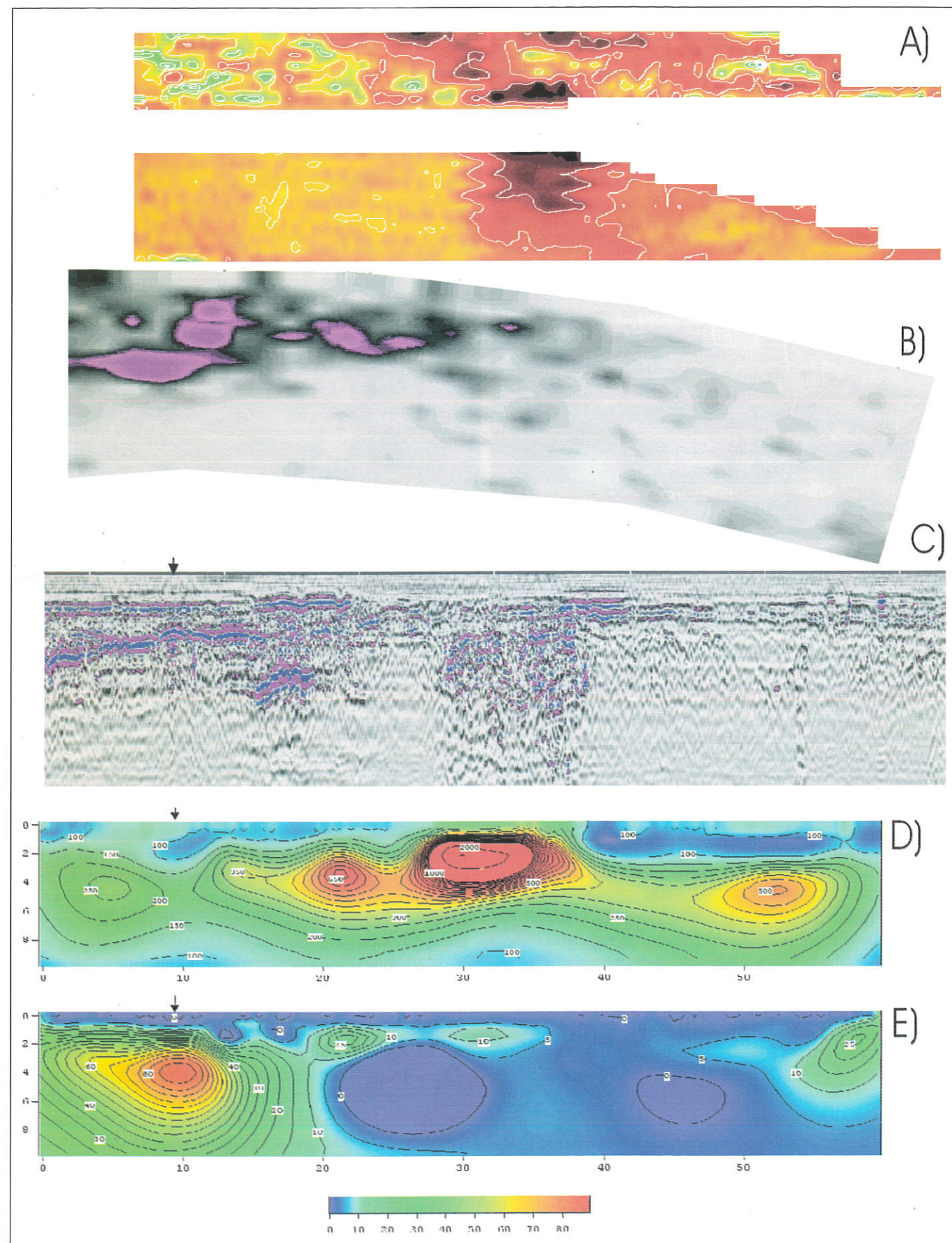


Fig. 6 - A) Mappa di resistività ottenuta con il metodo degli elettrodi capacitivi; B) Time slice radar centrata a 17 ns; C) Profilo radar con antenna da 600 MHz; D) Profilo di resistività ed E) Profilo di caricabilità ottenuti con sistema multielettrodo.

Come si può notare metodi geofisici e di visualizzazione differenti evidenziano caratteristiche diverse del terreno.

A) Capacitive Electrodes Resistivity Map; B) Radar Time Slice centered at 17 ns; C) 600 MHz Radar Profile; D) Multielectrode System Resistivity Profile and E) Chargeability Profile.

Note as various ground characteristics have been displayed by different geophysical methods and representations.

## 5. Indagine multielettrodo

In figura 6 compare la traccia del profilo multielettrodo eseguito in corrispondenza della maggiore anomalia elettrica messa in luce dall'indagine ad elettrodi capacitivi.

In questa occasione è stata utilizzata una strumentazione IRIS Syscal a 64 elettrodi distanziati di un metro. Si sono misurati sia valori di resistività che di caricabilità I.P. Time Domain e i valori trattati con metodi di inversione compaiono in figura 6. Interessante è risultata la comparazione fra la sezione radar e multielettrodo in resistività e caricabilità.

Osservando le tre sezioni, partendo da sinistra, alla progressiva 10 si può osservare la marcata anomalia I.P., quasi assente in resistività ma non nella sezione radar, dovuta ad un cavo elettrico energizzato, l'estesa anomalia a 30 m e, intorno alla progressiva 50, si distinguono nettamente le anomalie superficiale ed intermedia sia nella sezione radar che in quella a resistività.

Nell'insieme il sottosuolo e le strutture architettoniche non hanno fornito una sostanziale risposta in termini di caricabilità.

## 6. Confronto delle indagini geofisiche e loro interpretazione architettonica

Dei tre metodi geofisici impiegati si sono ottenute delle carte di anomalia solo per il metodo radar e ad elettrodi capacitivi. Il sistema multielettrodo è stato qui utilizzato solo come conferma di una situazione "anomala". Esso però se utilizzato con maggiore ampiezza avrebbe potuto fornire delle depth slices e quindi risultati rappresentabili come carte di anomalie e confrontabili con quelli degli altri due metodi.

In via generale si può comunque affermare che lavorando su terreno naturale tutti i metodi sono efficaci anche se dimostrano una certa complementarità del resto tipica delle indagini geofisiche. Operando su coperture artificiali una maggior velocità può essere attribuita al sistema ad elettrodi capacitivi in virtù anche della minore onerosità del trattamento dati nel confronto ad esempio del sistema radar.

Quest'ultimo però è in grado di fornire delle sezioni verticali che possono meglio definire strutture complesse.

Qualora si riuscisse a superare il manto artificiale ad esempio perforando l'asfalto anche il sistema multielettrodo potrebbe essere utilizzato ed il suo vantaggio principale risiede nella sua ben più ampia profondità di investigazione anche se a scapito della minore risoluzione di target a modeste dimensioni.

In termini interpretativi delle strutture archeologiche sepolte il confronto fra risultati geofisici e la ricostruzione ipotetica della pianta del teatro Zairo è risultato di qualità più che soddisfacente (Figg. 3 e 5) delimitando la parte centrale, forse la cavea, la fascia a raggiata portante le gradinate e la traccia dei piloni di sostegno del portico perimetrale.

Questa indagine geofisica integrata ha pertanto dimostrato la validità dell'indagine geofisica eseguibile indipendentemente dalla tipologia della superficie del suolo.

## RINGRAZIAMENTI

Si desidera rivolgere un vivo ringraziamento all'Arch. L. Genaro, Capo del Settore Edilizia Monumentale del Comune di Padova per l'interesse ed i permessi accordati, alla Prof.ssa G. Tosi, Archeologa dell'Università di Padova per gli utili consigli forniti ed all'Ing. G. Morelli, della SOING di Livorno, per l'esecuzione delle misure Multielettrodo.

## BIBLIOGRAFIA

- BOSIO L. (1986): *L'età preromana e romana, in Prato della Valle. Due millenni di storia di un'avventura urbana*. Padova 1986, p. 37-49.
- DAVIS J.L., ANNAN A.P. (1989): *Ground Penetrating radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy*. Geophysical Prospecting 37, 531-551.
- GASPAROTTO C. (1951): *Patavium municipio romano*. Venezia 1928.
- GASPAROTTO C. (1951): *Padova romana*. Roma 1951.
- GRIFFITHS D.H., TURNBULL J. (1985): *A multi-electrode array for resistivity surveying*. Firts Break 3, 7, July 1985/16.
- GRARD R., TABBAGH A. (1991): *A mobile four-electrode array and its application to the electrical survey of planetary grounds at shallow depths*. Jour. of Geophysical Research, Vol. 96, n° B3. pp. 4117-4123.
- ILICETO V., BONCI L., CESI C., EULILLI V., PULSINELLI C., GRESAN A., SCHIAVON S. (1998): *Definizione di forme naturali (paleovalle) ed antropiche (discariche) nel primo sottosuolo mediante tecniche di "Geoelectrical and I.P. Imaging"*. Geologia tecnica & ambientale 4/98, pp. 29-34.
- PEACOCK K.L., TREITEL S. (1969): *Predictive deconvolution: theory and practice*. Geophysics, Vol. 34, n° 2, pp. 155-169.
- Prosdocimi A. (1981): *I monumenti romani di Padova, in Padova Antica*. Padova 1981, p. 263.
- STOREY L.O.R., AUBRY M.P., MEYER P. (1969): *A quadrupole probe for the study of ionospheric plasma resonance*. In: J.O. Thomas and B.J. Landmark (Editors), «Plasma Waves in Space and Laboratory», Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, Vol. 1, pp. 303-332.
- TABBAGH A., HESSE A., GRARD R. (1993): *Determination of electrical properties of the ground at shallow depth with an electrostatic quadrupole: field trials on archaeological sites*. Geoph. Prosp., Vol. 41, pp. 579-597.
- TOSI G. (1987): *Padova e la zona termale euganea*. In: «Il Veneto nell'età romana. II. Note di urbanistica e di archeologia del territorio», a cura di G. Cavalieri Manasse, Verona 1987, pp. 175-176.
- TOSI G. (1988): *Il teatro romano di Padova: lo stato del problema*. In «Archeologia Veneta», XI, 1988, p. 79-102.
- TOSI G. (1994): *Il significato storico-documentario e gli aspetti formali e stilistici dei reperti, in Padova Romana, testimonianze architettoniche nel nuovo allestimento del Lapidario del Museo Archeologico*. Milano 1994, pp. 55-76, p. 74.
- YILMAZ O. (1987): *Seismic data Processing*. Society of exploration geophysicists.