

GEO-ARCHEOLOGIA

PERIODICO DELL'ASSOCIAZIONE GEO-ARCHEOLOGICA ITALIANA



ATTIVITÀ, STUDI E RICERCHE GEO-ARCHEOLOGICHE
IN CAMPO INTERNAZIONALE

INTERNATIONAL GEO-ARCHEOLOGICAL ACTIVITIES, STUDIES AND RESEARCH

a cura di FRANCESCO ANGELELLI

2009 - 1

Publicato con il patrocinio della Fondazione Europea Dragan

"GEO-ARCHEOLOGIA"

Volume a cura di FRANCESCO ANGELELLI

ATTIVITÀ, STUDI E RICERCHE GEO-ARCHEOLOGICHE IN CAMPO INTERNAZIONALE
INTERNATIONAL GEO-ARCHEOLOGICAL ACTIVITIES, STUDIES AND RESEARCH

INDICE

FRANCESCO ANGELELLI Presentazione <i>Presentation</i>	9
FELICE DI GREGORIO & ALESSANDRO DI GREGORIO Le cave romane di marmo giallo antico di chemtou (Tunisia) come geosito di raro interesse culturale <i>The Ancient Roman yellow marble quarries at Chemtou (Tunisia): a geosite of extraordinary cultural interest</i>	13
MICHELE DI FILIPPO, MARIA DI NEZZA, FLAVIO CECCHINI, SIRO MARGOTTINI, SARA SANTORO Anfiteatro romano di Durazzo: rilievi geofisici ed emergenze archeologiche <i>The Roman Amphitheatre in Durazzo (Durrës): geophysical surveyes and archeological emergences</i>	33
GIORGIO BOCCALARO Il Grand Canyon - Il tempo geologico e i terreni del Canyon <i>The Grand Canyon - The geological time and the rocks of Canyon</i>	53
SERGIO MARCHEGLIANO Le meraviglie dell'Altopiano del Colorado. Un viaggio nel Grand Canyon <i>The Wonders of the High Plateau of Colorado. A trip to the Grand Canyon</i>	63
ALESSANDRO DI GREGORIO & FELICE DI GREGORIO Il paesaggio delle miniere di Pericle <i>The mineralogical landscape of Pericles</i>	85
FRANCESCO ANGELELLI & TATIANA SKOVITINA The principal granitic geomorphosites in the Gallura Region - Sardinia, Italy <i>I principali geomorfositi granitici della Gallura Sardegna, Italia</i>	101
GUIDO FALESCHINI Le scritte di Tummo - Libia <i>The Tummo Writings - Libya</i>	119
GIORGIO BOCCALARO I viaggi all'estero della Associazione Geo-Archeologica Italiana (sintesi) <i>The international travels of the Italian Geo-Archeological Association (Synthesis)</i>	147

Altra informazione e documentazione tecnica consultata:

- Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre (C.T.M.C.C.V.)
- Donnée de l'Agence pour la Promotion de l'Industrie (A.P.I.)
- Office Nationale des Mines (O.N.M.)
- Ufficio di Tunisi dell'Organizzazione Internazionale delle Migrazioni (O.I.M.).

ANFITEATRO ROMANO DI DURAZZO: RILIEVI GEOFISICI ED EMERGENZE ARCHEOLOGICHE

Michele Di Filippo¹, Maria Di Nezza¹, Flavio Cecchini¹,
Siro Margottini¹, Sara Santoro²

Riassunto

Vengono mostrati i risultati ottenuti da uno studio geofisico effettuato mediante l'integrazione del metodo microgravimetrico e sismico, eseguito nell'area non ancora scavata dell'Anfiteatro romano di Durazzo. I risultati ottenuti dalle due prospezioni sono stati interpretati congiuntamente ottenendo così informazioni sulle dimensioni ed andamento delle strutture non ancora individuate che costituiscono l'anfiteatro; esse sono paragonabili a quelle di media grandezza presenti in altri anfiteatri ritrovati nel bacino del Mediterraneo. Pertanto è stato possibile interpretare le anomalie ottenute come cavità e corridoi, presenti al di sotto della zona dell'arena, simili a quelli che attualmente sono visibili al Colosseo. Inoltre nel settore meridionale dell'anfiteatro dalla distribuzione delle velocità con la profondità è stato possibile distinguere diverse strutture ricollegabili alle differenti epoche storiche e messe in evidenza dai successivi scavi archeologici.

Abstract

THE ROMAN AMPHITHEATRE IN DURAZZO (DURRES): GEOPHYSICAL SURVEYES AND ARCHEOLOGICAL EMERGENCES

In this work we characterize the microgravity and seismic response of archaeological remains of Roman Amphitheater of Durres situated on the Adriatic coast in Albania. Geophysical methods have proven to be very useful to archaeologists in order to detect, map and study the characteristics of different types of objects and structures in the sub-surface. These methods allow the evaluation of their conservation state, the identification of different construction phases and zones disturbed by agricultural activities or plundering. Moreover, the investigation of geological deposits and buried landforms is useful for generating palaeoenvironmental information. The surveys indicate the presence of walls of various sizes and width having different preservation states and series of underground tunnels used to house animals and slaves as construction of the Colosseum. Structures size are comparable to those of medium size in other amphitheatres found in the Mediterranean basin.

Our study focused on southern sector of the site. Archaeological excavations were carried out at this area, with only one house being dug in each sector. The archaeological

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza", P.le A. Moro 5, 00185 Roma

² Dipartimento di Storia, Università di Parma, Via D'Azeglio 85, 43100 Parma.

excavations carried out in this sector show evidence the comparison between the seismic and gravity data. According to the historical investigations, these sectors should correspond to settlers houses, but there is no information about the internal organization of the houses and their occupation before the abandonment of the colony. The building ceased to be used for entertainment in the early medieval era. It was later reused for such purposes as housing, workshops, quarters for a religious order, a fortress, a quarry, and a Byzantine shrine.

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni la città di Durazzo (Albania) ha avuto un grande sviluppo demografico ed economico. L'incremento del commercio e del turismo la pone già oggi come il principale porto dell'Albania; tale condizione sarà ulteriormente accelerata dalla costruzione del Corridoio 8, che prevede uno dei principali assi viari della Comunità Europea che collegherà Durazzo con Istanbul attraverso i Balcani. L'intensificazione delle attività costruttive, in risposta ad una domanda via via crescente, ha impattato inevitabilmente sul patrimonio archeologico di questa città danneggiando molte importanti testimonianze archeologiche. Ciò comporta che la città necessita di una sistemazione organica del vasto patrimonio archeologico, che abbraccia diversi periodi storici da quello greco, romano, bizantino a quello medievale per poi arrivare, in alcune aree, fino al 1800 con una continuità storica, in modo da consentirne una adeguata fruizione.

Al fine di preservare le preziose testimonianze di questa millenaria civiltà, sono state indette una serie di iniziative legislative, scientifiche ed operative da parte delle autorità nazionali e locali e con la collaborazione di tutti i cittadini, della comunità scientifica e delle organizzazioni internazionali.

Ad Aprile 2003 il Governo Albanese ha votato una legge speciale per la tutela e la conservazione del patrimonio archeologico nazionale (L.n. 9048 del 7.4.2003) e nel decreto legislativo su Durazzo (D.L.n.6. del 7.1.2005). Alla base dell'applicazione di questa legge c'è naturalmente una dettagliata conoscenza delle pertinenze archeologiche della città e una definizione delle aree di tutela, individuate attraverso una carta del rischio archeologico e quindi successivamente salvaguardare e valorizzare gli stessi monumenti archeologici (Santoro *et al.*, 2003; 2004). Tutto ciò deve essere supportato da attività di formazione e aggiornamento per gli operatori della tutela, e di sostegno alla formazione di un'opinione pubblica favorevole alla conservazione del patrimonio, sia sotto il profilo culturale e civile che sotto quello economico e imprenditoriale.

A queste diverse esigenze rispondono i due progetti dell'Università di Parma nati in seno alla Cooperazione Italiana: il Progetto Durrës e il Progetto Pilota del Parco archeologico Urbano di Durrës.

Dal 2004 l'anfiteatro di Durazzo è oggetto così di un ampio programma di studio, restauro e rifunzionalizzazione nell'ambito del Progetto Pilota per la realizzazione del Parco Archeologico urbano di Durres dell'Università di Parma, Ministero degli Affari Esteri Italiano, Ministero dei Monumenti di Cultura della Repubblica d'Albania, UNOPS, Istituto di Archeologia d'Albania, Municipalità di Durres (dir. prof. Santoro).

Il programma, articolato in diverse fasi, vede impegnate diverse unità di ricerca che lavorano in collaborazione ed è validato, nella sua articolazione operativa annuale, da un Comitato scientifico italo-albanese coordinato dal direttore della Missione Archeologica Italiana.

Lo studio su questo monumento archeologico è ricaduto in quanto non solo l'anfiteatro risulta una delle strutture archeologiche più conservate nell'area, ma anche nel bacino del Mediterraneo. Dagli scavi effettuati negli anni sessanta e successivamente dal gruppo di ricerca italo-albanese, proprio l'anfiteatro presenta la maggior testimonianza dell'evoluzione storica della città. All'interno di questo monumento, la ricca stratigrafia rinvenuta, pone in evidenza una abbondante presenza di materiale archeologico romano e medio-bizantino. Dalle indagini compiute fino ad ora non sono state evidenziate strutture precedenti la costruzione dell'anfiteatro (Toçi, 1971).

Ad W della città antica di Durazzo (figura 1 a e b) è situato l'anfiteatro adiacente alle mura bizantine e veneziane. Esso sorge in parte su una collina e risulta uno degli anfiteatri più grandi della penisola balcanica e per ora l'unico dell'Albania.

Gli scavi condotti da V. Toçi nel 1966, a seguito di un rinvenimento fortuito, rimisero in luce parte della cavea (figura 1b), dell'arena e delle gallerie (Toçi, 1971). Limitati interventi di scavo e restauro sono stati condotti negli anni successivi.

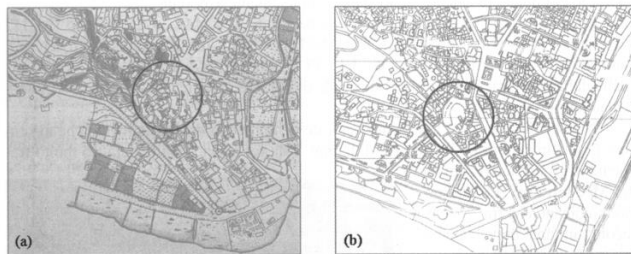


Fig. 1 - Stralcio della carta topografica di Durres: (a) IGM 1928, scala 1:2500; (b) Carta Catastale, (anni novanta), scala 1:2500. Viene evidenziata l'area dell'anfiteatro.

Attualmente è stato scavato per circa la metà della sua estensione (figura 2); non è chiara né l'esatta dimensione, si presume un asse maggiore di m 136, una capacità di 15.000-20.000 spettatori, né l'articolazione e il sistema di distribuzione interno attraverso una serie di corridoi ad anello, non simmetrici, raccordati da scale che conducevano ai vari piani e una grande galleria settentrionale che si addentra nella collina. L'arena era separata dalla cavea tramite un podium (alto basamento di protezione); la cavea era arti-



Fig. 2 - Vista della parte scavata dell'anfiteatro.

colata in primo e secondo *maenianum* (ordine di gradinate, corrispondenti al diverso rango sociale del pubblico), separati da una *praecintio* (balastra divisoria) (figura 2). L'edificio era costruito in *opus coementicium* e rivestito di *opus mixtum* di laterizio e pietra; le gradinate, in calcare, sono state completamente asportate.

Secondo il Toçi la costruzione dovrebbe essere avvenuta sotto Traiano (98-117 d.C.) e restò in uso fino alla seconda metà del IV sec. d.C.. Il suo abbandono fu determinato non solo dal terribile terremoto del 345 o 346 d.C. (Guidoboni et al., 1994) ma anche dalla successiva proibizione imperiale di mettere in scena questi crudeli spettacoli gladiatorici.

Nei secoli successivi l'anfiteatro subì diversi processi di riadattamento che avvennero gradualmente in un lungo asse di tempo. Tale fenomeno risulta peraltro molto frequente negli anfiteatri romani del Mediterraneo. Le attestazioni indicano che fra VI e X secolo, in una delle camere interne fu costruita una piccola cappella (figura 3), decorata da pitture e mosaici molto interessanti dal punto di vista storico culturale ma di controversa interpretazione e data-



Fig. 3 - Particolare della cappella attestata tra VI e X secolo.

zione. Una seconda cappella, interamente affrescata con pitture di X-XIII secolo ormai illeggibili, si trova sul lato opposto e con accesso direttamente dall'arena.

L'anfiteatro era conosciuto, e forse in parte visibile, ancora nel 1508: è citato dal Barletius nella sua biografia di Scanderbeg (1510); poi scomparve, sepolto dal terreno della collina intorno al 1540. In seguito sul pendio furono costruite case, sia in epoca turca che ancora nel XX secolo; l'andamento delle strade del quartiere ricalcava tuttavia l'ovale dell'edificio (figura 1 a).

Fra novembre 2004 e luglio 2005, per 12 settimane, gli scavi della missione archeologica dell'Università di Parma e del Dipartimento di Archeologia di Durres (direttori proff. Santoro e Hoti), continuati nel 2006, hanno portato alla luce un quartiere della città medievale e rinascimentale, con strade, case, orti, pozzi, cisterne, conserve, chiese, costruito sopra e annidato in mezzo ai ruderi dell'imponente anfiteatro romano (figura 8 c e d).

E così emersa una fase inaspettata della millenaria storia di Durazzo, di cui nulla era rimasto visibile tranne le due cappelle rinvenute nell'anfiteatro, in cui la città fra X e XIII secolo era importantissima, vivace, contesa sanguinosamente fra Bizantini e Normanni a causa della sua ricchezza e della sua posizione di controllo dell'Adriatico.

Dopo un disastroso terremoto, noto dalle fonti storiche, del 1273 (Guidoboni et al., 1994), e confermato dal crollo delle strutture in *opus coementicium* dell'anfiteatro, la città non fu abbandonata ma anzi continuò a vivere una vita vivace grazie alla dominazione veneziana.

Le belle ceramiche da mensa documentano intensi scambi sia con Bisanzio e l'Oriente mediterraneo sia con l'Italia, fino all'avvento della dominazione turca che agli inizi del '500 segna l'interruzione di questa rete di rapporti, l'abbandono di molti edifici e l'interramento dell'anfiteatro, coperto da una serie di frane.

Le alterne vicende che si susseguono nella storia di questa città e quindi della rioccupazione del sito sembrano essere strettamente connesse ed influenzate alle vicende geologiche degli ultimi 2000 anni che seguono l'evoluzione geologica di tutto il bacino del Mediterraneo e più strettamente alla formazione ed evoluzione del mar Adriatico.

La città di Durazzo sorge sulle coste occidentali albanesi, affacciandosi appunto sul Mar Adriatico. Questo paese presenta una costa abbastanza articolata della lunghezza di circa 300 km e confina a nord con il Montenegro e il Kosovo, dai quali è diviso dalla elevata catena delle Alpi albanesi che si innalzano fino all'altezza di 2 625 m (M. Gruke Hapt), fra il lago di Scutari e le sorgenti del Drin Bianco. Alle Alpi albanesi segue verso est a confine con la Macedonia, con direzione meridiana, la catena del Korab che ad occidente è quasi limitata dal Drin Nero e scende fino al lago di Okrida ed a quello di Presba. Da questi si diparte la catena del Gramos che si protende verso sud fino alla Vojussa, dividendo l'Albania dalla Grecia. Il confine sud-orientale con questo Stato non risulta altrettanto ben definito a causa dell'andamento dei rilievi che con direzione decisamente dinamica passano dall'uno all'altro paese.

Di fronte ad una morfologia notevolmente complessa ed aspra, incisa da una fitta rete di piccoli corsi d'acqua che alimentano i sei fiumi che si versano nell'Adriatico dopo

aver attraversato, nell'ultimo tratto, ampie pianure costiere nelle quali meandricano.

Tali fiumi (Bojana, Mari, Arzen, Skumbi, Semeni e Vojussa) hanno avuto notevole importanza nella storia geologica recente dell'Albania, in quanto con i loro depositi alluvionali hanno portato alla formazione delle ampie pianure costiere che quasi senza interruzione si snodano da nord a sud, dalla foce della Bojana alla Baia di Valona, con varia ampiezza che in qualche caso raggiunge i 20 km.

Una serie di bassi rilievi, di solito dolcemente ondulati a ragione della loro costituzione litologica, unisce le piatte zone costiere alle aree orograficamente più complesse ed elevate; sicché, nel suo insieme, la regione albanese può appunto considerarsi divisa nei suddetti tre complessi morfologici, ai quali corrispondono condizioni stratigrafiche e strutturali ben definite e di varia importanza dal punto di vista geominerario ed in particolare per le condizioni geopotrolifere.

Tale situazione trova riscontro nella naturale divisione della regione albanese in due grandi unità morfologico-strutturali.

La prima di queste, interna, corrispondente ad aspro paesaggio montuoso che si estende anche nei paesi limitrofi, è costituita da un vasto complesso di falde carreggiate, alle quali risultano anche connessi importanti indizi di mineralizzazioni metallifere.

L'altra grande unità, che a ragione della sua stessa autoctonia e della maggiore tranquillità tettonica rappresenta, ovviamente, l'area a prevalente interesse petrolifero, si diparte dai pressi di Scutari e si spinge a sud fin presso le sorgenti della Vojussa, avendo per limite orientale una linea ad andamento dinarico con la quale viene a contatto con la fronte più avanzata della suddetta unità delle grandi falde carreggiate.

A queste varie parti, corrispondono altrettante caratteristiche intimamente connesse con le condizioni litologiche ed idrologiche: dalle pianure costiere nelle quali il deflusso delle acque è gravemente ostacolato dalla lieve pendenza del suolo, e che in inverno si trasformano in ampie distese di acquitrini, si passa ad una zona intermedia nella quale prevalgono i terreni argillo-marnosi del flysch paleogenico soggetti a frane, incisi da calanchi e sede di una attività agricola assai ridotta. Segue infine la vasta area occupata dai rilievi, ove, alle nude montagne calcaree.

Queste catene calcaree delle Dinaridi-Albanidi, continuano verso sud nelle Ellenidi fiancheggiando ad ovest la piattaforma adriatica stabile (Apula, Puglia).

L'attività orogenetica che portò al sollevamento di queste catene iniziò durante il tardo Giurassico e persistette fino al Neogene. Infatti le Dinaridi-Albanidi-Ellenidi costituiscono una continua cinto orogenetica derivante dalla collisione nel Terziario tra il promontorio Adriatico e i blocchi Serbo-Macedone-Rhodope (Cavazza & Wezel, 2003).

Le Albanidi sono rappresentate da un sovraccorrimiento con vergenza verso WSW che corre lungo il margine orientale del bacino sud-Adriatico e sono caratterizzate da una serie di sottili falde che si scollano dal loro basamento a livello delle evaporiti del Triassico; l'intensa attività sismica indica che questo sovraccorrimiento è attualmente in movimento.

Le Albanidi insieme con le Dinaridi a Nord e le Ellenidi a Sud, costituiscono pertanto il braccio più a sud della cintura alpina mediterranea.

2. RILIEVI GEOFISICI

Il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma "La Sapienza" collabora in questo progetto interdisciplinare e interculturale per la valorizzazione dell'Anfiteatro apportando le conoscenze in ambito archeologico con l'esecuzione di indagini geofisiche condotte in tre successive campagne (2004, 2005, 2006). Lo scopo di queste campagne è stato quello di individuare nel sottosuolo la presenza di cunicoli ipogei, strutture e muri interrati, per valutare da un lato la sicurezza di questo monumento, che può mettere a rischio una grande quantità di pubblico per la sua fruizione, in quanto destinato ad essere sede di importanti eventi culturali, e dall'altro per dare indicazioni sui successivi scavi archeologici.

Negli ultimi anni la geofisica, che comprende diversi metodi di indagine non invasivi del sottosuolo, ha offerto un enorme contributo alla ricerca archeologica. Essa infatti fornisce utili e precise informazioni circa l'ubicazione delle strutture archeologiche, la loro profondità, estensione, natura fisica e caratteristiche geometriche.

Studi geofisici preventivi permettono pertanto di agevolare gli scavi archeologici e di guidare direttamente le ricerche sul terreno e quindi di indirizzare gli scavi archeologici; di contro i saggi di scavo, che seguono alle investigazioni geofisiche, possono avvalorare i diversi corpi individuati con le diverse tecniche adottate e di conseguenza di migliorare ed affinare una o l'altra metodologia a seconda del contesto in cui si va ad operare. Infatti sebbene esistano diversi metodi geofisici (magnetometria, geoelettrica, sismica, georadar, gravimetria ecc.) l'applicazione di uno solo di essi non implica definire univocamente la struttura archeologica che si sta cercando; difatti tante più saranno le metodologie geofisiche impiegate reciprocamente quanto più sarà facile definire le strutture archeologiche.

La maggior parte delle aree in cui risultano pertinenze archeologiche, che possono aver subito nel corso dei secoli rimaneggiamenti e coperture, nascondendo così le testimonianze antiche che esse preservano; la conservazione delle strutture archeologiche sono da imputare a cambiamenti del livello del terreno dovuti a fenomeni naturali, quali alluvioni, frane, terremoti, eruzioni vulcaniche, ecc., ma anche a cause antropiche collegate alla vita dell'uomo su quel territorio ed in particolare al suo sfruttamento attraverso l'agricoltura e la loro urbanizzazione.

Di solito la sola analisi dei resti ancora visibili e la ricognizione in superficie non bastano a dare l'esatta estensione e natura del sito; per questo motivo si rende necessaria la realizzazione di uno scavo stratigrafico che, sebbene non è caratteristico di tutta l'area di indagine, risulta un lavoro lento, dispendioso ed irreversibile.

I metodi geofisici applicati in ambito archeologico, e scelti opportunamente, consentono di raccogliere dei dati che aiutano a scoprire e a cartografare strutture archeologiche sepolte attraverso modi non possibili con i tradizionali metodi di campagna (Conyers Lawrence 2004).

Attraverso l'uso delle diverse metodologie è possibile misurare e cartografare i cambiamenti fisici e chimici nel terreno legati alla presenza o assenza di materiali sepol-

ti di interesse. Quando questi cambiamenti possono essere correlati a certi aspetti dei siti archeologici, come strutture murarie, aree d'uso o altri caratteri culturali associati, è possibile ottenere immagini di alta definizione dei resti sepolti.

Le mappe ottenute dai metodi geofisici sono difatti usate come strumento primario per individuare le aree dove poter individuare reperti archeologici e quindi scavare e quelle da evitare.

Le tecniche geofisiche sono di solito più efficaci dove le strutture e i caratteri di interesse sono localizzati entro i primi 2 o 3 metri di profondità, ma possono essere occasionalmente usate anche per depositi sepolti a profondità maggiori (Conyers Lawrence, 2004).

Il contributo che l'indagine geofisica può portare alla ricerca archeologica in zone dove non sono possibili scavi diretti, in particolare laddove non sono presenti evidenze superficiali, è davvero notevole e consiste:

- nell'indicazione della forma e della direzione di una struttura sepolta;
- nell'individuazione di una possibile continuazione di una struttura in parte scavata;
- nella definizione della natura di zone confinanti con strutture note; stabilire cioè se un'area è sterile o meno.

Tali studi quindi, integrati con l'indagine storica, permettono di aumentare il grado di conoscenza dei siti archeologici, mettendo a disposizione degli archeologi ulteriori dati necessari per il proseguimento delle loro indagini e per l'ottenimento di risultati migliori.

Le prospezioni geofisiche, impiegate per l'identificazione di corpi di limitate dimensioni posti a piccola profondità, risultano in genere caratterizzate da un basso rapporto segnale/rumore. Le più importanti fonti di rumore (disturbo) risultano, da un lato, l'intrinseca disomogeneità del suolo, dall'altro, i disturbi ambientali, intendendo con ciò l'influenza dell'antropizzazione che può condizionare in modo negativo le misure delle grandezze fisiche.

Per risolvere questi problemi si possono seguire diversi approcci: a) aumentare le capacità delle tecniche di acquisizione; b) incrementare i metodi di elaborazione ed interpretazione impiegando tecniche di modellizzazione delle anomalie e tecniche numeriche di esaltazione del rapporto segnale/rumore; c) integrare fra loro più metodi di indagine sia in fase di acquisizione che di elaborazione (Brizzolari et al., 1991).

Tutti i metodi geofisici misurano le variazioni di singoli parametri fisici del terreno, pertanto, se impiegati da soli non permettono in genere una completa caratterizzazione dei corpi che si intendono individuare. Lo sviluppo, viceversa, di opportune tecniche integrate d'indagine può fornire, in linea di principio, un insieme di informazioni, acquisite da diversi punti di vista, in grado di aumentare l'affidabilità dell'interpretazione finale (Cammarano et al., 1997; Piro, 1998).

I metodi geofisici sono suddivisi in *attivi* e *passivi*; con i primi si misurano le variazioni di grandezze fisiche energizzando il sottosuolo con opportuni campi di potenziale (metodi sismici, elettrici, elettromagnetici, georadar), con i secondi non si effettuano energizzazioni e si misurano le variazioni delle grandezze fisiche intrinseche del terreno (metodi magnetici, gravimetrici).

A tale scopo, considerando le condizioni al contorno e la tipologia delle strutture che si andavano ad individuare, si è ritenuto opportuno effettuare una prospezione microgravimetrica ed alcune tomografie sismiche.

Il metodo gravimetrico consiste nell'osservazione e interpretazione, attraverso misure dell'accelerazione di gravità effettuate sulla superficie terrestre con appositi strumenti (gravimetri), delle anomalie di gravità prodotte da contrasti di densità tra masse presenti nel sottosuolo che portano il campo gravimetrico reale a discostarsi dal campo gravimetrico teorico calcolato. Nell'ambito archeologico la prospezione microgravimetrica, può permettere l'individuazione di anomalie negative causate da riempimenti, riperti, cavità ipogee vuote o piene, quote tombe, cunicoli, ecc... o anomalie positive causate da grosse strutture murarie sepolte.

La prospezione sismica permette di determinare la profondità e la geometria di superfici di separazione di mezzi a diversa velocità sismica. Esso è un metodo indiretto di esplorazione del sottosuolo, basato sull'analisi della propagazione delle onde sismiche prodotte da sorgenti di energia artificiali (esplosioni controllate, vibrazioni, masse battenti), opportunamente scelte a seconda della profondità d'indagine, poste in punti scelti dall'operatore e azionate in momenti noti.

Se la profondità e le dimensioni dei corpi da individuare sono compatibili con la penetrazione e la propagazione che gli impulsi sono in grado di raggiungere, l'elevata risoluzione che esso consente rispetto ad altri metodi geofisici lo rende capace di individuare le strutture archeologiche con grande dettaglio.

L'interpretazione congiunta di questi due metodi, in questo particolare contesto geo-archeologico, ha consentito di evidenziare le relazioni che intercorrono tra le strutture archeologiche e la geologia dell'area d'indagine.

3. LA PROSPEZIONE MICROGRAVIMETRICA

La prospezione microgravimetrica è stata condotta in tre successive campagne dal 2004 al 2006. Con la prima campagna geofisica (2004) è stata eseguita una prospezione microgravimetrica che ha interessato l'arena dell'anfiteatro, inoltre sono stati effettuati due profili sul suo lato occidentale: il primo alla base delle gradinate e il secondo a metà delle gradinate; un ulteriore profilo ha interessato la strada presente a N che copre le strutture dell'anfiteatro. In una successiva campagna (giugno 2005) è stata indagata con la microgravimetria la parte sud dell'anfiteatro (zona scavi). L'ultima campagna, condotta nel luglio 2006, ha visto l'ampliamento delle misure microgravimetriche a sud dell'anfiteatro fin nel parco oltre le mura e l'esecuzione di altre sulla strada che costeggia il suo lato occidentale; inoltre è stato effettuato un profilo sugli spalti del lato orientale dell'Anfiteatro.

Nel complesso sono state acquisite 835 stazioni microgravimetriche.

Valutando le densità delle strutture che costituiscono l'anfiteatro, le mura e il sottosuolo, si ha che il bedrock su cui è appoggiato l'anfiteatro, il calcestruzzo con cui è stato costruito e le mura, presentano una densità che si può ritenere omogenea (densità

2.3 g/cm³); i terreni di riporto presenti nell'area hanno una densità bassa (densità 1.7 g/cm³), e le cavità, gallerie e cunicoli, vuoti, risultano avere densità nulla.

Le anomalie di Bouguer sono state calcolate utilizzando per la correzione di Bouguer e per la correzione topografica un valore di densità costante (2.0 g/cm³), stimato considerando la densità media delle rocce di età Mio-Pliocenica, che affiorano nell'area in esame e che ne costituiscono il bedrock. Tale valore è stato ottenuto anche con l'elaborazione statistica di quote e anomalie di gravità, una volta eliminato il Campo Regionale del I ordine, che rappresenta il fondo comune a tutta l'area indagata. Dalla correlazione tra Quota e (Grav.Osservata + Cor. Topografica - Grav. Normale - Faye) è possibile ottenere il valore di densità medio delle rocce a poca profondità presenti tra la quota più bassa e quella più alta (Di Filippo et al., 1983). Il valore ottenuto dall'elaborazione statistica risulta in buon accordo con la geologia dei rilievi ai piedi dei quali è edificata la città di Durazzo. Si tratta di sedimenti argilloso-sabbiosi di età pliocenica con una densità intorno a 2.0 g/cm³.

Le anomalie di Bouguer rappresentano la somma degli effetti gravimetrici dovuti a carenze o eccessi di massa giacenti a profondità comprese tra il piano campagna ed il baricentro della Terra e sono fortemente influenzate, sia come andamento che come entità, da motivi geologici strutturali profondi che fanno da motivo caratterizzante nel quadro delle anomalie.

Pertanto per mettere in evidenza gli effetti gravimetrici dovuti a variazioni di densità nel sottosuolo a diverse profondità, e in particolare legati a corpi geologici e/o archeologici, sono state create diverse carte (carte delle anomalie residue).

Le Anomalie Residue di ordine n-1 sono state elaborate sottraendo alle Anomalie di Bouguer il Campo Regionale del I ordine, che risulta la caratteristica più importante nel quadro delle Anomalie di Bouguer; esso rappresenta gli effetti gravimetrici prodotti da strutture estese e profonde che interessano tutta l'area indagata e cioè il decremento dell'anomalia di gravità da Ovest verso Est. La mappa delle Anomalie Residue di ordine n-1 risulta un mezzo più adeguato per lo studio delle strutture geologiche superficiali e presenta rispetto a quella delle anomalie di Bouguer un andamento piuttosto articolato.

Allo scopo di mettere in luce gli effetti gravimetrici imputabili a strutture archeologiche presenti nel sottosuolo dell'anfiteatro sono state elaborate alcune mappe delle Anomalie Residue di ordine n-2, con diversi raggi di regionalità, 3, 4, 5, 6 metri.

La mappa delle Anomalie Residue di ordine n-2 si ottiene sottraendo i valori del Campo Regionale del II ordine alle Anomalie Residue di ordine n-1.

Tra le mappe elaborate con diversi raggi di regionalità è stata scelta quella per cui si è usato il valore di 4 m di raggio per il filtraggio di Griffin (1949), in quanto quest'ultimo sembra quello più idoneo per separare meglio le anomalie dovute ai livelli più superficiali da quelli profondi (figura 6).

Nella rappresentazione della carta, per meglio evidenziare le anomalie, sono state usate delle fasce di colore che vanno dal rosso per le anomalie positive (in generale per i valori maggiori) al blu per quelle negative (in generale i valori più bassi di anomalia).

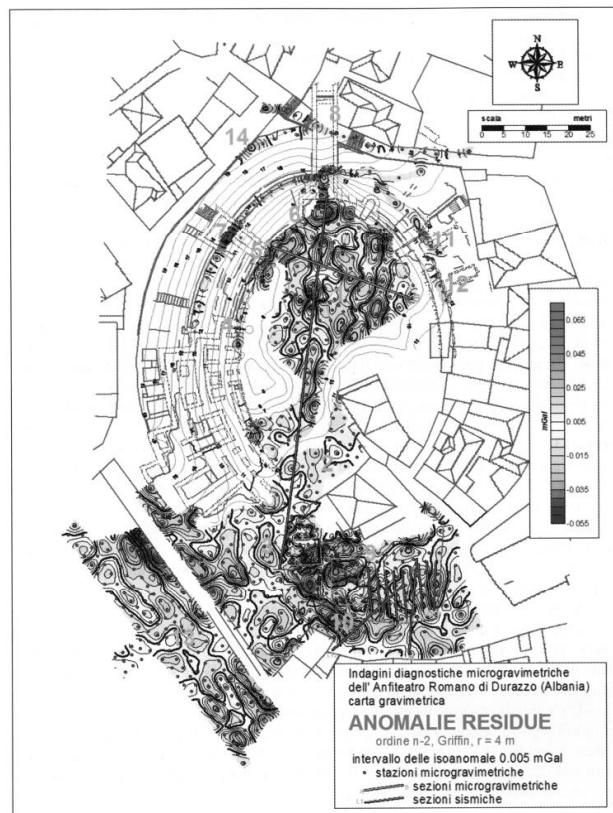


Fig. 4 - Carta delle anomalie residue di ordine n-2 ottenute da un campo di regionalità di 4m. Vengono riportate anche il posizionamento dei profili sismici eseguiti.

Dall'esame della mappa di anomalie residue di ordine n-2 (Griffin, $r = 4$ m) è possibile evidenziare:

- **zona 1**, nell'arena dell'anfiteatro sono presenti anomalie negative e positive allungate secondo l'asse principale dell'anfiteatro: sono l'effetto di muri e corridoi; per illustrare tale situazione è stato costruito un modello gravimetrico bidimensionale, sezione A-B (*figura 6*);
- **zone 2 e 3**, si tratta di aree caratterizzate da valori negativi dovuti alla presenza di ripor-ti più recenti, non compattati;
- **zone 4 e 6, 11, 12**, le anomalie trovano corrispondenza con le gallerie sottostanti;
- **zona 5**, qui si dovrebbe risentire già l'effetto del bedrock o della fondazione dell'anfi-teatro;
- **zone 7, 14 e 8**, con l'anomalie negative è stata intercettata rispettivamente la presenza di un corridoio sotto la gradinata (7 e 14) e la prosecuzione del *Vomitorium* all'esterno (8);
- **zona 9**, le anomalie negative presentano un andamento parallelo al bordo dell'anfitea-tro e sono ascrivibili alla presenza di una galleria;
- **zona 10**, è presente un massimo con andamento parallelo al bordo dell'area e che dovrebbe essere l'effetto di una delle strutture dell'anfiteatro; partendo da questo mas-simo si può ricostruire, parallelamente alle gradinate dell'anfiteatro, una struttura tutta intorno all'anfiteatro stesso, forse la più esterna: questo potrebbe dare un'idea delle dimensioni massime dell'anfiteatro;
- **zona 13**, nel parco oltre le mura le anomalie positive e negative corrispondono rispetti-vamente a strutture murarie e ad aree in cui vi sono terreni di riporto poco compattati.

Per definire l'entità dei corpi che generano le anomalie è stato eseguito un profilo gravimetrico C-D, realizzato lungo il percorso a metà della gradinata (*figura 5*).

La linea di 0 mGal corrisponde al piano in cui sono state eseguite le misure; i mini-mi gravimetrici corrispondono in modo eclatante con le gallerie o vomitoria visibili e non, punto 7 della *figura 4*; i piccoli massimi corrispondono invece alle strutture mura-rie più compatte dove si appoggiano le volte delle gallerie.

Ulteriori considerazioni possono essere tratte osservando anche il profilo gravime-trico E-F, lungo la base della gradinata, a nord della Cappelletta bizantina (*figura 5*). Anche qui il profilo gravimetrico è riportato con la linea di 0 mGal coincidente con il piano di misura. I minimi riscontrati sono l'effetto delle gallerie sottostanti, come è indicato dalle frecce, e corrispondono ai punti 4, 5 e 6 della *figura 4*.

È visibile il prolungamento della galleria nord dell'anfiteatro dove è presente un minimo lungo la scalinata esterna, punto 8 della *figura 4*. Il profilo gravimetrico I-L (*figura 5*) evidenzia la presenza di questo minimo ed inoltre più a sud un altro minimo (punto 14 della *figura 4*) evidenzierrebbe la presenza di un corridoio sotto la gradinata.

Anche sulle gradinate orientali il profilo G-H (*figura 5*) ha confermato la presenza delle gallerie sottostanti (punti 11 e 12 della *figura 4*).

Nella *figura 4* risultano molto evidenti, nell'arena, zona 1, una serie di massimi e minimi gravimetrici allineati forse secondo l'asse maggiore dell'anfiteatro.

La nostra ipotesi, considerando anche i profili precedenti della *figura 5*, è che tali anomalie siano effetto della presenza di strutture murarie per i massimi gravimetrici e che i minimi siano dovuti a cavità sotterranee ubicate tra i muri.

Per confermare tale asserzione è stato elaborato un modello gravimetrico bidimen-sionale.

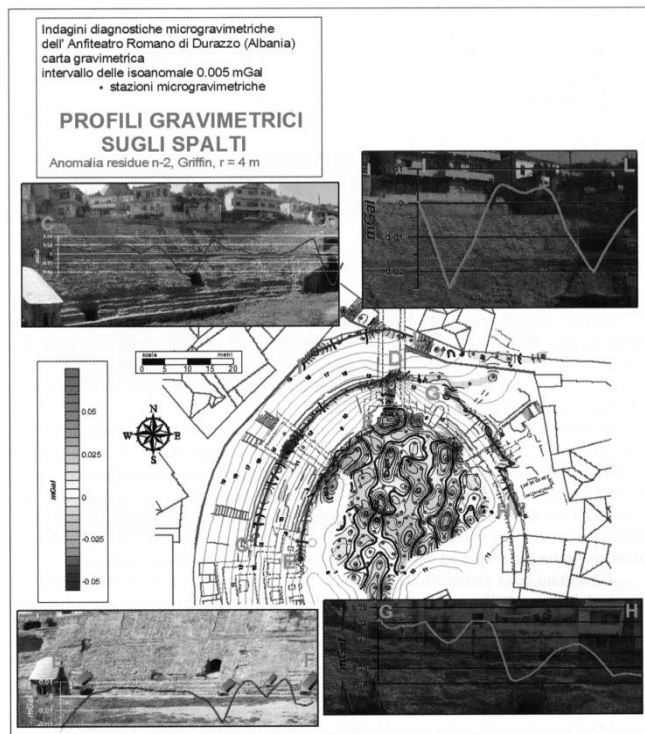


Fig. 5 - Carta delle anomalie residue di ordine n-2 ottenute da un campo di regionalità di 4m. Particolare dei profili gravimetrici nelle diverse zone.

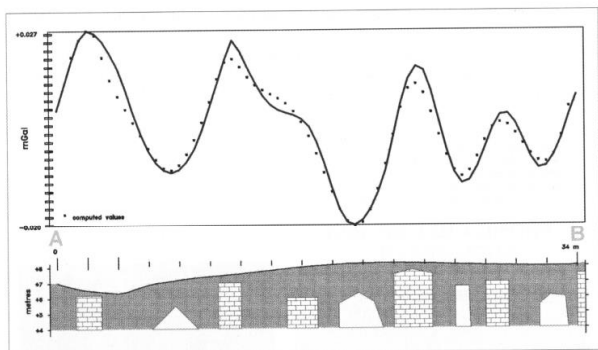


Fig. 6 - Modello gravimetrico bidimensionale, lungo la traccia A-B di figura 4

In tale modello, figura 6, come base di confronto è stata utilizzata la curva delle Anomalie Residue n-2, linea blu, dando una geometria del sottosuolo con i seguenti contrasti di densità: $\rho_U = -2.1 \text{ g/cm}^3$ per le cavità vuote e $\rho_U = +0.6 \text{ g/cm}^3$ per le strutture murarie, il tutto rispetto al valore di densità di 2.1 g/cm^3 utilizzato nelle varie correzioni delle Anomalie di Bouguer.

Il modello è stato elaborato tramite un programma di calcolo che determina l'anomalia gravimetrica prodotta sul piano campagna dalle strutture a varie densità presenti nel sottosuolo. Successivamente il programma confronta le Anomalie Sintetiche (i punti nel grafico delle anomalie residue) con le Anomalie Residue (linea continua) ed in funzione degli scarti viene modificata la geometria, la profondità e il contrasto di densità. Questo processo viene svolto in modo iterativo fino ad ottenere un profilo dell'anomalia calcolata simile per forma ed entità dei valori a quello dell'anomalia residua.

Il risultato della elaborazione, figura 6, illustra la possibile configurazione del sottosuolo dell'arena dell'anfiteatro ipotizzando la presenza di strutture murarie e di cavità.

4. LA PROSPERAZIONE SISMICA

Per confermare i dati ottenuti dal rilievo gravimetrico è stato affiancato un rilievo sismico eseguito sulle aree di maggior interesse rilevate dal precedente metodo geofisico.

Mediante la realizzazione di diagrammi tempo-distanza sono state ricostruite le traiettorie dei raggi sismici nel sottosuolo, le loro velocità e quindi ottenere informazioni sull'assetto stratigrafico dei terreni nel sottosuolo.

Data la complessità del substrato e le frequentissime variazioni verticali e laterali delle velocità si è preferito utilizzare il metodo di inversione tomografica: tale metodo presume la creazione di un modello di velocità iniziale multilayer (modello iniziale grossolanamente definito da un certo numero di layer e da un intervallo di velocità compatibili con la geologia locale) il quale viene variato attraverso delle iterazioni; ad ogni variazione vengono comparate le dromocrone sintetiche, quelle cioè prodotte dal modello, alle dromocrone effettivamente misurate in campagna nei diversi shots prodotti nei diversi punti di energizzazione lungo la linea sismica.

Modificando il modello e ripetendo l'operazione di confronto, è possibile giungere ad un modello del campo di velocità delle onde P che meglio approssima il quadro delle dromocrone effettivamente acquisito durante le operazioni di campagna.

In ultimo viene riportata la sezione sismica L11 lunga circa 90 metri (figura 7).

È orientata NNE-SSW e attraversa tutto l'anfiteatro lungo il suo asse dal vomitoria/galleria presente a nord fino al cancello degli scavi. La sezione, data la distanza tra i sensori (geofoni), evidenzia lo spessore dello strato archeologico al di sopra dei livelli sedimentari, geologici.

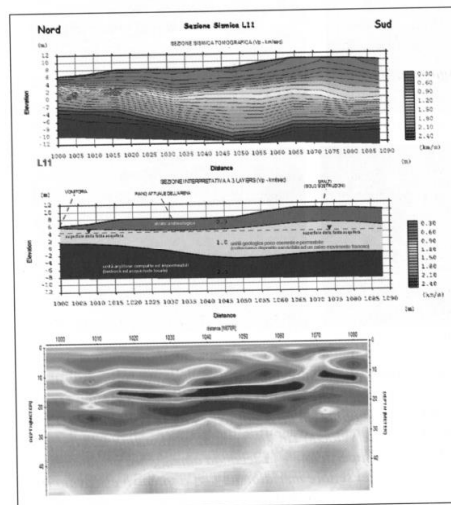


Fig. 7 - Sezione sismica L11 lungo l'asse dell'anfiteatro e ricostruzione archeologica-geologica del sottosuolo (lunghezza 88m, distanza intergeofonica 8m).

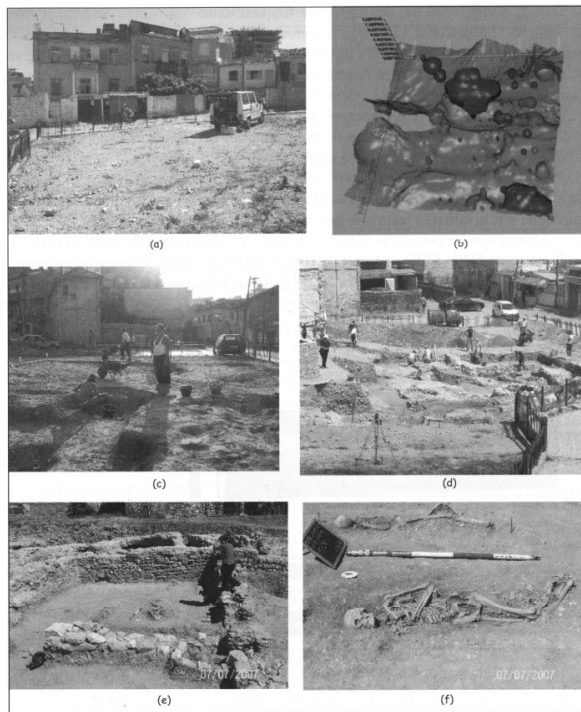


Fig. 8 - Vengono riportate le differenti fasi di studio riferite al settore meridionale dell'anfiteatro: a) Fase di acquisizione dei dati sismici; b) Immagine del modello 3D delle velocità. Sono riportate: sull'asse z le quote (in m) e sull'asse y e z le coordinate UTM (in m); la scala dei colori è riferita alle velocità (in km/s), sono evidenziate le superfici a maggiore velocità sismica, la prima superficiale e la seconda a maggiore profondità; c) e d) Quartiere Medievale localizzato nel settore meridionale dell'anfiteatro e scavato nella campagna archeologica 2005-2006; e) e f) particolare del ritrovamento di uno scheletro.

La profondità dello strato archeologico, dedotta dalla sezione, varia da meno di un metro (Vomitoria) fino a circa 4m (cancello scavi).

Al fine di poter visualizzare con maggior efficacia le variazioni areali di velocità delle onde P sia in profondità che lateralmente e poter così meglio interpretare le strutture presenti ed i loro rapporti, è stato elaborato un modello tridimensionale del campo di velocità delle onde P utilizzando tutte le sezioni sismiche a rifrazione disponibili (figura 8a).

Le mappe delle velocità alle diverse profondità con la delineazione delle strutture individuate sono riportate in figura 8b; per esprimere le variazioni di velocità, la gradazione di colori è usata in modo che al rosso corrispondano i valori più alti di velocità e al blu quelli più bassi.

Dall'esame del modello elaborato si è riscontrata la presenza di strutture più superficiali che appaiono staccate da quelle più profonde. Si è evidenziato così il limite tra le strutture archeologiche più recenti (di età medievale e rinascimentale) e superficiali da quelle più antiche (di età romana) poste a maggior profondità.

Tale strutture individuate sono state successivamente messe in evidenza e confermate dagli scavi archeologici che hanno portato alla luce un quartiere di età medievale (figura 8c e d) e rioccupate anche in epoche successive.

5. CONCLUSIONI

Il lavoro svolto nell'anfiteatro romano di Durazzo (Albania), nell'ambito del "Progetto Durrës", ha visto l'integrazione di differenti tecniche di prospezione geofisica.

I metodi gravimetrici e sismici impiegati in questo studio si basano appunto sulla valutazione di parametri fisici diversi: differenze di densità e quindi di anomalie di gravità, nel primo caso, ed individuazione di superfici di separazione di mezzi a diversa velocità sismica nel secondo.

Nell'ambito dell'esplorazione del sottosuolo quindi l'integrazione e il confronto dei diversi metodi ha consentito di ottenere un quadro d'insieme quanto più univoco e corretto.

In particolare, è stato possibile ottenere i seguenti risultati:

- *Definizione dell'asse maggiore dell'anfiteatro e delle sue probabili dimensioni.*

L'andamento delle anomalie di gravità nell'arena con minimi e massimi gravimetrici allungati e paralleli, corrispondenti rispettivamente a muri e corridoi sotterranei, rispecchierebbe l'andamento meridiano dell'asse. Inoltre, a sud dell'anfiteatro è presente un massimo con andamento parallelo al bordo dell'area che dovrebbe essere l'effetto di una delle strutture dell'anfiteatro; partendo da questo massimo si può ricostruire, parallelamente alle gradinate dell'anfiteatro, una struttura tutta intorno all'anfiteatro stesso, forse la più esterna: questo potrebbe dare un'idea delle dimensioni massime dell'anfiteatro.

- *Individuazione di strutture archeologiche sepolte: muri, gallerie, vomitoria, ecc..*

Attraverso le singole metodologie e dal loro contributo integrato è stato possibile fornire agli archeologi le indicazioni necessarie circa l'ubicazione, le dimensioni, la profondità e le caratteristiche fisiche e geometriche delle strutture sepolte.

- *Ricostruzione delle caratteristiche geologiche del sottosuolo, definizione dello spessore dello strato archeologico e differenziazione di livelli archeologici di diversa età.*

In particolare con la sezione sismica a rifrazione e riflessione realizzata lungo l'asse dell'anfiteatro è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie di separazione tra il livello archeologico e i terreni sedimentari sottostanti e stimare uno spessore massimo per lo strato archeologico di 5-6 m.

Inoltre dai risultati delle tomografie sismiche realizzate nell'area di scavo e dal modello tridimensionale elaborato, è stato possibile differenziare le strutture archeologiche più recenti (di età medievale e rinascimentale) più superficiali, da quelle più profonde di età romana.

In corrispondenza delle mura Bizantine la prospezione microgravimetrica ha evidenziato un massimo allungato e parallelo alle mura probabilmente dovuto alla presenza di strutture di fondazione di fortificazioni più antiche (romane e greche-ellenistiche), evidenziate e citate anche dalle fonti storiche.

- *Individuazione degli eventi sismici che hanno contribuito alla definizione dell'attuale conformazione fisica e morfologica dell'area.*

Dalla ricostruzione storica dei forti terremoti che hanno interessato il territorio albanese è emerso che la città di Durazzo è stata interessata da diversi eventi sismici distruttivi, in particolare sono da ricordare i terremoti del 344 (o 345 o 346) a.C., 506, 1267, 1273, 1279, 1869 e 1870, 1905, 1906.

Le dimensioni dell'asse maggiore dell'anfiteatro così individuato può essere paragonato a quello degli altri anfiteatri presenti a Pompei, Nola e Pozzuoli. Dalla grandezza e dalla capienza si può supporre che anche Durazzo doveva essere una città molto fiorente e quindi che non solo in Italia ma anche in tutte le nuove colonie romane i giochi gladiatorici divennero gli eventi di spicco.

Dall'estensione delle cavità e dell'andamento delle strutture murarie localizzate nell'arena anche la struttura architettonica di questo anfiteatro sembra richiamare quello che si osserva attualmente al Colosseo.

Parte della cavea investigata presenta un basamento rappresentato da rocce in posto su cui poggia appunto la struttura architettonica; al di sotto è possibile osservare una serie di gallerie utilizzate dagli spettatori per entrare ed uscire dall'anfiteatro durante gli spettacoli. Dalla continuità con la roccia sottostante ed anche dai ritrovamenti finora effettuati dagli scavi archeologici è verosimile ritenere che la costruzione di questa struttura sia avvenuta in una unica fase.

BIBLIOGRAFIA

- BARLETIUS M. (1510) - *Historia de vita e rebus gestis Epirotarum Principis Scanderbeghi*, Roma.
- BRIZZOLARI E., ORLANDO L., PIRO S., VERSINO L. (1991) - *Prospezioni geofisiche integrate nella necropoli Sabina colle del Forno (Montelibretti, Roma)*. Atti del seminario "Geofisica per l'Archeologia", Quaderni ITABC n.1.
- CAMMARANO F., MAURIELLO P., PATELLA D., PIRO S. (1997) - *Geophysical Methods for Archaeological Prospection: a review*. Science and Technology for Cultural Heritage, CNR, vol. 6(2): 151-173.
- CAVAZZA W. & WEZEL FORESE C. (2003) - *The Mediterranean region - a geological primer*. Episodes, Vol. 26, 3.
- CONYERS LAWRENCE B. (2004) - *Innovative Ground-Penetrating Radar Methods for Archeological Mapping*. Archaeol. Prospect. 13, 139-141.
- DI FILIPPO M., D'OFFIZZI S., TORO B. (1983) - *Determinazione delle densità di alcune formazioni della Toscana Meridionale con metodi gravimetrici*. Atti del 2° Convegno del GNGTS, pp. 473-481.
- GRIFFIN W.R. (1949) - *Residual gravity in theory and practice*, *Geophysics*, 14, 39-56.
- GUIDOBONI E., COMASTRI A., TRAINA G. (1994) - *Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th century*, Roma.
- PIRO S. (1998) - *Multimethodological approach using GPR, Magnetic and Geoelectric methods to detect archaeological structures*. *Prospezioni Archeologiche* (Fondazione Lerici), pp. 135-148.
- SANTORO S., HOTI A., MONTI A., SHEHI E. (2003) - *Carta del rischio archeologico della città di Durrës - Harta e rrezikut arkeologjike Qytetit te Durrësit, Durrës*.
- SANTORO S., HOTI A., MONTI A., SHEHI E. (2004) - *Repertorio dei rinvenimenti archeologici: data base e carte tematiche*, in *Progetto Durrës 2004*, 525-587 e CD allegato.
- TOÇI V. (1971) - *'Amfiteatri i Dyrarhut'*, *Monumentet 2*, 40-41. *Durazzo 804*.