

INVESTIGAȚII GPR LA EDIFICIUL ROMAN CU MOZAIC DIN CONSTANȚA

Lucian RATOIU*
Dragoș ENE*
Irina NASTASI

Keywords: *Ground Penetrating Radar, mosaic, IV-VI A.D.*

Abstract: *The paper presents the methodology and the results of the GPR (Ground penetrating radar) investigations on the Roman mosaic pavement from Constanța.*

The aim was to identify the risk areas, degradations or possible buried objects, using a noninvasive and nondestructive, photon analysis technique based on the transmission and reception of electromagnetic pulses on the VHF/UHF (Very High/Ultra High Frequency).

This method represents a preliminary stage in accomplish the 3 D replica of the historical monument, which at his turn is circumscribed to an more complex model suggestively named "the multilayer model" which reunites structural and morphological data. Using this technique for the first time in a study of cultural heritage of Romania, determines new prospects in approach and research.

Lucrarea prezintă metodologia și rezultatele obținute în urma investigării Mozaicului roman din Constanța , prin metoda GPR (Ground Penetrating Radar). S-a urmărit identificarea zonelor de risc, a degradărilor sau a posibilelor obiecte îngropate folosindu-se o tehnică fonică de analiză, non-invazivă și non-destructivă, bazată pe transmiterea și recepția unor impulsuri electromagnetice de frecvență VHF/UHF (Very High/Ultra High Frequency). Aceasta metodă constituie o etapă preliminară în realizarea unei replici 3D a monumentului istoric care la rândul său se circumscrie unui model complex de informație numit sugestiv "modelul multistrat" ce reunește date de ordin morfologic și structural. Utilizarea în studierea patrimoniului artistic pentru întâia oară în România a acestui model determină noi perspective de cercetare și abordare.

* Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Optoelectronică INOE 2000
Strada Atomiștilor 409, Măgurele, Ilfov; <http://inoe.inoe.ro/certo>.

1. *Introducere*

Investigațiile patrimoniului artistic prin tehnici fotonice non-invazive, non-destructive și non-contact au oferit cercetătorilor în domeniu posibilitatea obținerii unor informații variate și complexe cu o acuratețe foarte ridicată.

Metoda GPR (Ground Penetrating Radar) este o tehnică de investigație ce se bazează pe transmiterea și recepția pulsurilor electromagnetice radiație având frecvența centrală de ordinul sutelor de MHz. Introducerea acestei metode de investigație în studiul patrimoniului artistic, mai precis în arheologie, s-a realizat din nevoia de a se economisi efortul și timpul efectuării de prospecțiuni și sondaje precum și de a se evita determinările destructive și repetate cauzate de lipsa unor repere care să indice zonele de interes.

Scopul investigării pavimentului roman din Constanța, realizat în tehnica mozaicului, a fost de a determina zonele ascunse aflate în pericol de degradare, anomaliile dintre straturi sau eventualele obiecte îngropate și de asemenea acumularea informațiilor necesare susținerii replicii modelului 3D multistrat.

Astfel analiza GPR reprezintă una dintre etapele preliminare realizării unei replici tridimensionale complexe a edificiului, deosebindu-se fundamental datorită acurateții datelor, de orice tip de reconstituire virtuală. Scanarea 3D alăturată scanării GPR oferă harta sau mai bine spus structura peste care se vor suprapune informații de ordin structural.

Ideea de a crea un model complex, care să suprapună informații de ordin morfologic și structural, oferă o variantă de documentare a patrimoniului ce se dorește a fi cât mai completă pentru o cazuistică dată. Este un concept care poate să reunească informații referitoare la scanare 3D, monitorizare a condițiilor de microclimat, investigație structurală, diagnosticare, finalizând prin posibilitatea intervenției.

Avantajul semnificativ, al modelului sugerat, este posibilitatea de a avea acces direct la o varietate de investigații care să faciliteze comprehendera stării de conservare, a mecanismelor de degradare sau posibilitatea de elaborare a unei metodologii de intervenție adaptată cerințelor fiecărui monument istoric.

Caracteristicile metodei GPR, de a fi non-destructivă și non-invazivă în acțiunea de colectare a informațiilor necesare, au fost exploatate în cazul Edificiului Roman cu mozaic din Constanța, aflat într-o zonă expusă și având o stare avansată de degradare.

Mozaicul ce s-a păstrat acoperă o suprafață de aproximativ 800 m² și este caracteristic, din punct de vedere stilistic și tehnic, perioadei antichității romane. Consolidarea cu beton realizată în cadrul lucrărilor de restaurare și amenajare a edificiului, nu a reușit să readucă pavimentul la un nivel plan, căderea bolților lăsând denivelări masive.

Trebuie menționat că nivelul inferior este structurat în unsprezece încăperi cu tavan boltit, utilizate inițial ca locuri de depozitare, iar înălțimea acestor camere variază până la aproximativ 4 m.

2. *Cazuistică*

Edificiul roman cu mozaic este situat pe faleza dintre Piața Ovidiu și Aleea

Marinarilor, între primele căi de acces în portul actual al Constanței (porțile nr. 1 și 2). Coordonatele antice ale complexului sunt mai puțin clare, deoarece spațiul corespunzător falezei de sud-vest a Constanței a trecut printr-o serie de modificări structurale de-a lungul istoriei medievale, moderne și contemporane. Imaginea antică a falezei sud-vestice este astăzi incompletă, sincopată și poate fi reconstituită în special pe baza unor ipoteze mai mult sau mai puțin demonstrabile. Săpăturile sistematice din zona amintită, descoperirile întâmplătoare, mențiunile din jurnalele călătorilor străini din perioada modernă, planurile mai mult sau mai puțin precise provenite tot din perioada anterioară dezvoltării urbanistice a Constanței, pot sta la baza unor interpretări aproximative și de cele mai multe ori speculative.

Edificiul roman cu mozaic a avut șansa de a fi descoperit într-o perioadă în care Constanța beneficia de un nucleu de cercetare arheologică bine încheiat. Echipe de arheologi din Muzeul de Arheologie Constanța au supravegheat lucrările de dezvoltare urbanistică a orașului desfășurate pe terasa de sud-vest, în anul 1959. Au putut interveni în mod organizat în momentul în care au apărut primele semne ale amenajării zonei în antichitate. Astfel, dintre ruinele descoperite, foarte afectate de lucrări edilitare moderne¹, au putut fi recuperate diferite categorii de materiale arheologice: un lot de recipiente amforice descoperit în încăperile boltite 3 și 4; alte materiale ceramice: tipare de opaițe, fragmente de vase; obiecte din os, marmură, fragmente de tencuială, de mozaic etc.

După dezvelirea integrală a teraselor superioare (cea de la nivelul cheiului antic nu a putut fi cercetată în întregime din cauza nivelului ridicat al pânzei freatice) vestigiile au fost restaurate și conservate prin acoperirea cu o construcție din schelet metalic și sticlă. Totuși, protecția mozaicului în special și a edificiului în general nu a fost deplină, factorii de mediu acționând în continuare în direcția degradării unei părți a pavimentului. Culorile *tesserae*-lor precum și orizontalitatea planului podelei au avut de suferit. Din aceste motive este necesar un studiu non-invaziv, care să identifice exact zonele cu probleme din componența straturilor care asigură stabilitatea și unitatea tesseraelor mozaicului.

Complexul a fost construit pe faleza de sud-vest a Tomisului, în apropierea portului antic, urmărind planul general de amenajare a falezei în terase. Cuprinde trei niveluri aflate sub actuala piață Ovidius. Intrarea dinspre oraș se făcea prin centrul laturii de nord-est, direct în sala cu mozaic. Aceasta comunica, prin intermediul unei scări cu trepte din calcar, cu celelalte două niveluri, denumite generic de arheologi terasele C și D (terasa A constituia nivelul de călcare al orașului antic, iar terasa B era cea amenajată pentru construirea sălii cu mozaic).

Deși complexul a fost ridicat inițial conform unui plan unitar, de-a lungul timpului aspectul său a fost modificat de câteva ori, prin blocarea intrării dinspre piața Ovidius, reperarea mozaicului și construirea unor anexe în fața primelor încăperi boltite.

¹ Pe câteva imagini din arhiva fotografică a MINAC se poate observa cum o conductă cu diametru mare străpunge zidul de nord-est al edificiului, la jumătatea înălțimii sale, și traversează oblic sala cu mozaic, pe direcția nord-sud.

Date tehnice. Covorul cu mozaic se întindea pe toată podeaua sălii de pe terasa B, pe o suprafață de aproape 2000 m². Din aceasta s-au conservat numai aproximativ 800 m² (L=49,80 m, l=16,60 m). Patul de mortar în care erau implantate *tesserae*-le era sprijinit cu jumătatea nord-estică pe terasa falezei, iar cu cealaltă jumătate pe încăperile boltite. Prin urmare, s-a conservat numai jumătatea nord-estică, restul mozaicului prăbușindu-se odată cu tavanul depozitelor.

Mozaicul este constituit în tehnica *opus tessellatum* (cu varianta *opus vermiculatum* pentru motivele vegetale sau conturate curbiliniu). *Tesserae*-le sunt de dimensiuni variabile, în funcție de complexitatea motivului pe care îl compun: 0,02-0,03 m în chenar și 0,01-0,02 pentru reprezentările centrale.

3. Mijloace de cercetare – rezultate experimentale

3.1. Prezentarea metodei GPR

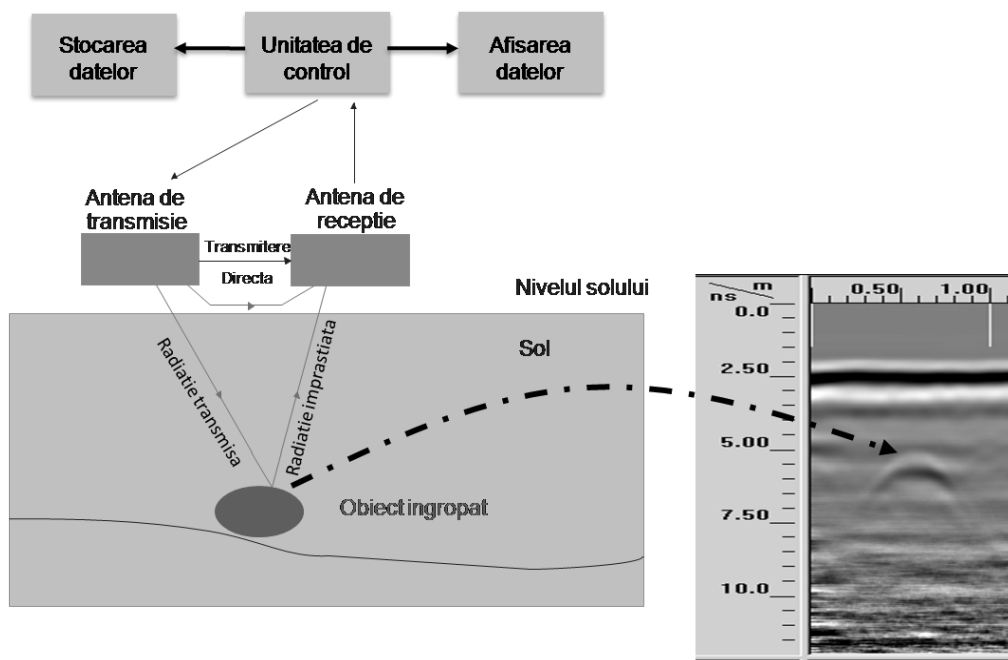
Principiul de funcționare a metodei GPR (Ground Penetrating Radar) este bazat pe transmisia și recepția pulsurilor electromagnetice.

Sistemul este compus dintr-o unitate de înregistrare a datelor și din două antene, reprezentând un *transmițător* și un *receptor*. *Transmițătorul* emite pulsuri electromagnetice ce sunt reflectate și detectate de către *receptor*, în funcție de caracteristicile mediului explorat.

Adâncimea maximă de penetrare a undei de propagare depinde de lungimea de undă a radiației folosite și de constanta dielectrică a mediului investigat.

Utilizând o antena cu frecvență mare pot fi investigate adâncimi reduse dar cu rezoluție spațială ridicată, în timp ce folosind antene de frecvență mică se pot investiga adâncimi mai mari dar cu rezoluție scăzută.

Pentru studiul de caz s-au utilizat două antene cu frecvența centrală de 500 MHz respectiv 800 MHz.

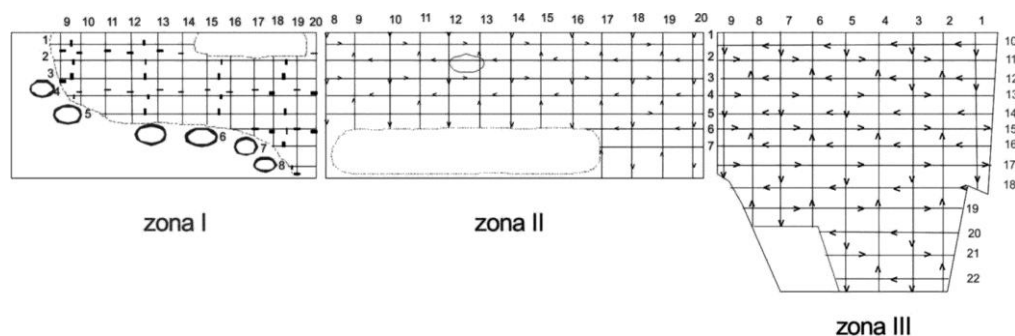


Schema de principiu a metodei GPR

3.2. Metodologia de colectare a datelor

Datorită dimensiunilor mari, suprafața a fost împărțită în trei zone. Fiecare zonă a mozaicului a fost scanată atât pe lungime cât și pe lățime, folosind un caroiaj imaginar cu intervale aproximativ egale, cuprinse - între 0,5 și 0,7 m.

Pentru a obține un timp cât mai scurt de colectare a datelor dar și de contact asupra suprafeței analizate, măsurătoarea continuă cu limita măsurătorii anterioare, pe direcția de prospectare.



Direcția și sensul scanărilor reprezentate pe planul mozaicului Roman din Constanța

Pentru fiecare scanare, s-a făcut o măsurătoare, fiecărei atribuindu-se un număr corespunzător direcției și localizării în plan.

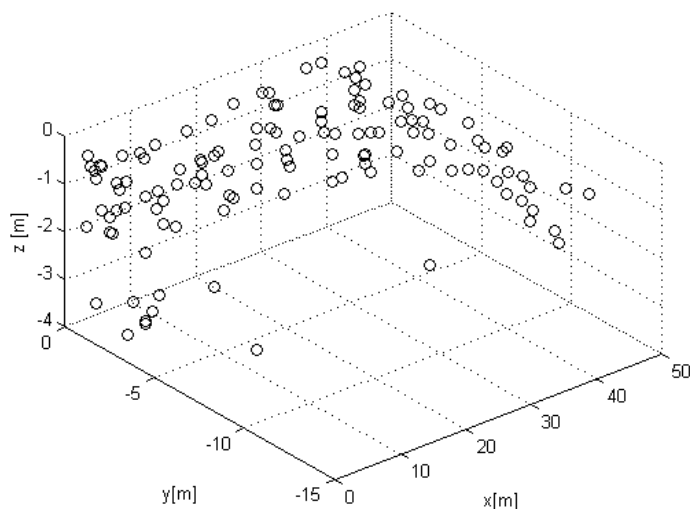


Investigarea prin metoda GPR a mozaicului Roman din Constanța

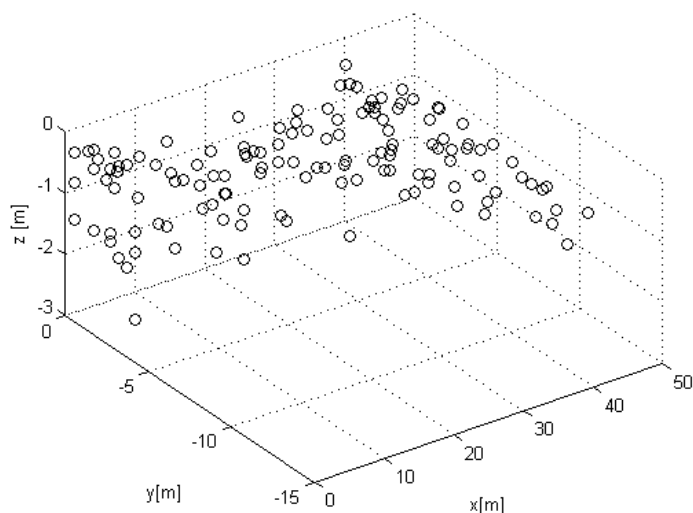
3.3. Interpretarea rezultatelor

Pentru interpretarea datelor achiziționate „in situ” s-a utilizat un sistem software compatibil sistemului GPR. Acesta permite vizualizarea fiecărei scanări, putându-se astfel stabili coordonatele punctelor de interes în funcție de abscisă, ordonată și adâncime. Toate informațiile au fost trecute într-un tabel specific antenei utilizate.

Coordonatele carteziene au fost afișate sub forma unui sistem grafic de tip abscisă, ordonată și adâncime (x,y,z), punându-se în evidență zonele de interes înregistrate.



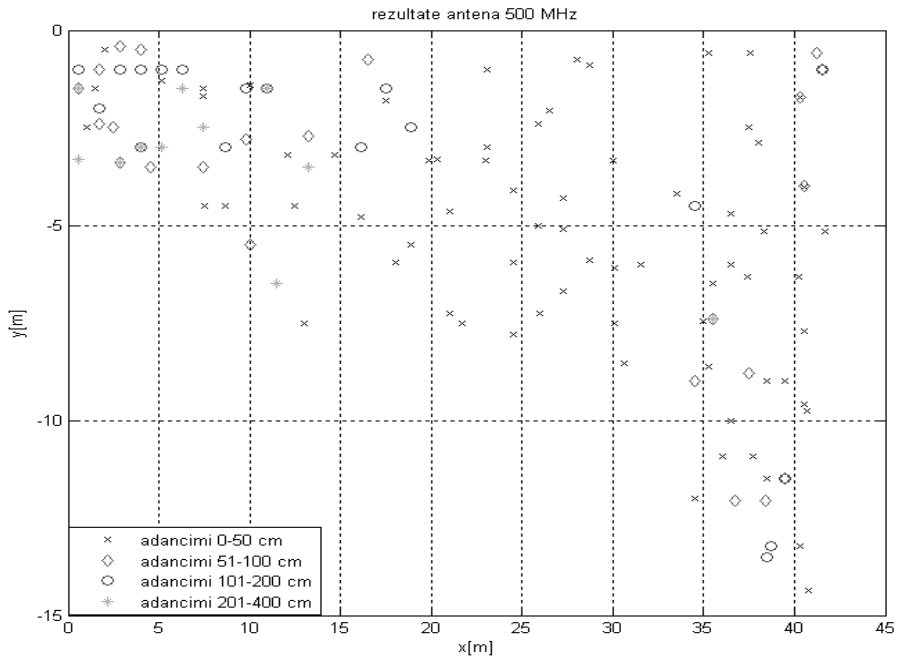
Plasarea în spațiu a rezultatelor obținute cu antena de 500 MHz



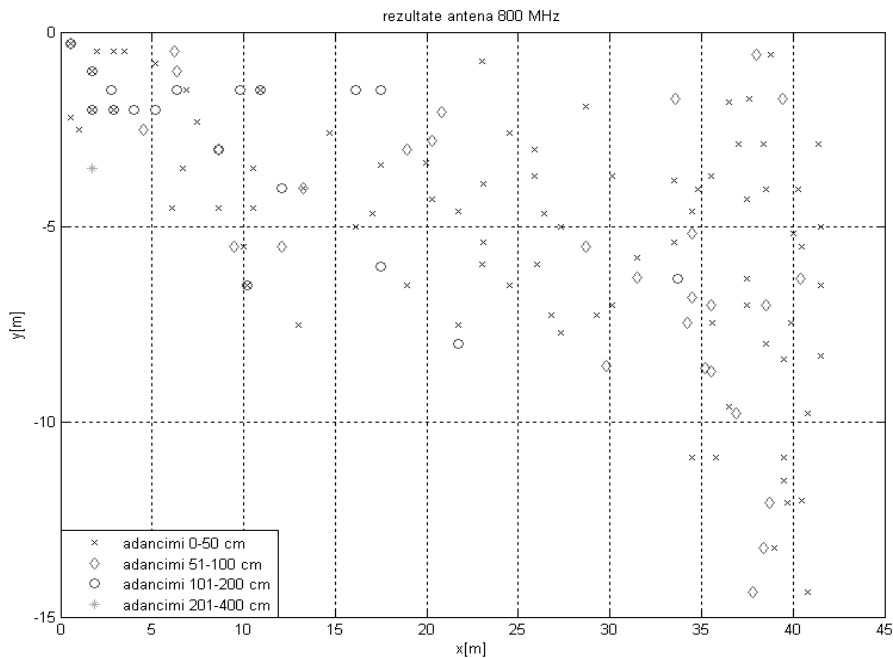
Plasarea în spațiu a rezultatelor obținute cu antena de 800 MHz

De asemeni s-au suprapus pozițiile punctelor de interes planului 2 D al mozaicului Roman rezultând, în funcție de adâncimea la care se găsesc, patru grafice corespunzătoare fiecărei antene.

Adâncimile alese au fost 0 - 50 cm, 51 - 100 cm, 101 - 200 cm, 201 - 400 cm.



Amplasarea punctelor de interes a rezultatelor obținute cu antenna de 500 MHz într-un plan 2 D al mozaicului Roman din Constanța



Amplasarea punctelor de interes a rezultatelor obținute cu antenna de 800 MHz într-un plan 2 D al mozaicului Roman din Constanța

4. Concluzii

Rezultatele obținute au adus în cel mai scurt timp - cca 8 h de investigații și alte 14 h de prelucrări și interpretări - într-un mod neinvaziv, informații privind structura straturilor ascunse, la adâncimi suficient de mari prin care se pot aprecia eventualele structuri sau obiecte îngropate, și se pot selecta cu multă eficiență punctele de sondaj atunci când este cazul sau se urmărește acest lucru.

Investigațiile GPR efectuate mozaicului roman din Constanța au evidențiat cu preponderență existența unor anomalii - desprinderi ale substraturilor - în zona apropiată de suprafață, cuprinsă între 0-50 cm. Acest procentaj major a fost identificat atât în cazul investigației cu antena de 500 de MHz cât și cu cea de 800 MHz.

De menționat este faptul că punctele de interes situate la adâncimi cuprinse între 51-100 cm au corespuns ca poziționare zonelor cu aglomerări ale punctelor de interes întâlnite la adâncimi de 0-50 cm.

Exemplul prezentat nu este desigur reprezentativ privind modalitățile optime de sondare dar este o metodă extrem de utilă pentru modul de documentare cât mai completă a unui edificiu.

Metoda GPR permite cu eforturi minime urmărirea periodică a stării de conservare, depistarea unor eventuale modificări, clivaje, deplasări, infiltrații, etc.

Informația astfel acumulată permite, în asociere cu alte date produse prin metode de investigare asociate, să completeze modelul 3 D digital, pas important spre realizarea în cel mai corect sens al unei replici digitale tridimensionale.

Interpretarea superioară a informațiilor, exploatarea datelor în sensul propunerii unor măsuri de urgență sau de menținere - după caz, este exclusiv atu-ul arheologilor și conservatorilor.

BIBLIOGRAFIE

BARONE *et alii* 2004 - G. Barone, C. Branca, S. Gresta, S. Imposa, A. Leone, D. Majolino, *Geoarcheometric and geophysical methodologies applied to the study of cultural heritage: "St. Agata la Vetere" in Catania (Sicily, Italy)*, Journal of Cultural Heritage 5 (2004), 3, p. 263-271.

RANALLI *et alii* 2004 - Danilo Ranalli, Marco Scozzafava, Marco Tallini, *Ground penetrating radar investigations for the restoration of historic buildings: the case study of the Collemaggio Basilica (L'Aquila, Italy)*, Journal of Cultural Heritage 5 (2004), 3, p. 91-99.

BARILARO *et alii* 2007 - Donatella Barilaro, Caterina Branca, Stefano Gresta, Sebastiano Imposa, Antonio Leone, Domenico Majolino, *Ground penetrating radar (G. P.R) surveys applied to the research of crypts in San Sebastiano's church in Catania*, Journal of Cultural Heritage 8 (2007); 1, p. 73-76.

BUCOVALĂ, LUNGU 1997 - M. Bucovală, V. Lungu, *Edificiul roman cu mozaic de la Tomis, Sibiu*.

RĂDULESCU 1970 - Adrian Rădulescu, *Date tehnice despre Edificiul cu mozaic din Constanța*, BMI 39 (1970), 3, p.52-56.

PÉREZ-GRACIA 2008 - Vega Pérez-Gracia, Francisco García, Luis G. Pujades, Ramón González Drigo, Daniel Di Capua, *GPR survey to study the restoration of a Roman monument*, Journal of Cultural Heritage 9 (2008), 1, p. 89-96.

CASTELLARO 2008 - S. Castellaro, S. Imposa, F. Barone, F. Chiavetta, S. Gresta, F. Mulargia, *Georadar and passive seismic survey in the Roman Amphitheatre of Catania (Sicily)*, Journal of Cultural Heritage 9 (2008), 4, p. 357-366.