

Tecnologie per i Beni Culturali

ARCHEOMATICA



DATAZIONE RADIOMETRICA AL CARBONIO-14

CONSERVATION OF DECORATIVE CONCRETE FINISHING

RILIEVO 3D PER STIMOLARE LA RICERCA

WEB 3D PER ARCHIVIARE DATI DI RESTAURO

NUVOLE DI PUNTI E MODELLAZIONE PER REINTEGRARE ELEMENTI LAPIDEI

ATTENDIBILITÀ DELL'EVIDENZA SCIENTIFICA

Cosa significa attendibilità scientifica, se poi delle risultanze - come nel caso della Sindone di Torino, per la quale sono state effettuate analisi al Carbonio-14 in 3 diversi laboratori del mondo, che ne hanno sostenuto l'epoca medioevale - considerando l'immagine una reliquia e ben più che una sacra rappresentazione, si ridiscutono i limiti per ribatterla più antica di circa un millennio?

D'altra parte, vengono proposte tecniche alternative di datazione anche solo finalizzate a dimostrare che nell'epoca rivelata dal Carbonio-14 non era possibile realizzare immagini simili o che eventi traumatici hanno variato la composizione dei materiali costituenti per "ringiovanirli". Vengono tirate in causa ulteriori analisi con saggi biologici, ricerche spettroscopiche con strumenti ancora a maggior risoluzione, fluorescenza a fibre ottiche, analisi spettrofotometrica all'infrarosso, imaging spettrale, risonanza magnetica nucleare ad alta risoluzione, nuove analisi al Carbonio-14 ed in ultimo analisi neutroniche per cercare di dimostrare, nell'alone di misticismo della parvenza, la razionalità.

Se ci trovassimo all'interno di un tribunale per una sorta di "archeomatica forense" si dovrebbero seguire le semplici regole dell'evidenza scientifica, volte ad armonizzare il rapporto tra diritto e scienza, solitamente richiamate come "i quattro criteri dell'evidenza scientifica". Queste si appellano alla controllabilità o falsificabilità della tecnica o della teoria che stanno alla base della prova, la percentuale di errore noto o potenziale e il rispetto degli standard relativi alla tecnica impiegata, la circostanza che la teoria o la tecnica in questione siano oggetto di pubblicazioni scientifiche e quindi di controllo da parte di altri esperti e in ultimo il consenso generale della comunità scientifica interessata.

Il giudizio finale arriverebbe, ma si sa, nei vari livelli di giudizio spesso i fatti si ribaltano e quello che prima era evidenza di una prova scientifica, potrebbe rivelarsi un falso con possibilità di assurgere a vero con l'esatto opposto. E' successo e succederà.

Ma in altri casi l'attendibilità dell'evidenza scientifica, se non va a toccare temi legati alla religione e a convinzioni comuni, ci porta a considerazioni rigorose che potrebbero però essere a loro volta frutto della persuasione, di certo non meno suggestive.

La sperimentabilità della ricostruzione di parti mancanti della Fontana del Bernini a Castel Gandolfo in provincia di Roma affascina per la possibilità data dalle tecniche digitali, che consentendo di realizzare un modello 3D di un oggetto deteriorato come questo, facilitano l'anastilosi dei pezzi mancanti.

Un laser scanner produce una nuvola di punti, consentendo di realizzare un modello reale di sviluppo della situazione lacunosa attuale. Con la modellistica geometrica si ricostruiscono i volumi desunti da linee "certe" ancora oggi visibili, ed una semplice operazione booleana di sottrazione di insiemi ci restituisce il modello digitale del pezzo da reintegro. Quest'ultimo, realizzato con una macchina utensile a controllo digitale, che fa un lavoro simile o migliore di quelle che oggi chiamiamo stampanti 3D, andrà a combaciare perfettamente sulle superfici che attendono il reintegro del materiale asportato dal corso degli eventi. Chi dovrà autorizzare un tale intervento, nelle more di avvio e nelle fasi di asportazione dei materiali estranei, valuterà bene se sia più importante consolidare la situazione attuale o ricostruirne una per dar magnificenza a un "come era" dedotto da analisi digitali e condizioni geometrico - matematiche.

Buona lettura,
Renzo Carlucci



IN QUESTO NUMERO



In copertina l'immagine emblematica della Sindone di Torino per la quale è stata realizzata una datazione radiometrica mediante Carbonio-14 nel 1988 in tre diversi laboratori (in Arizona, a Cambridge e a Zurigo) su un unico campione suddiviso in più parti, che arrivò a datare l'immagine tra l'anno 1260 e il 1390, ma sussistono diverse obiezioni scientifiche e la ricerca è ancora in corso.

3D TARGET	2
COULTOUR ACTIVE	43
GEOGRÀ	23
HERITAGE	6
LABTAF	47
SALONE DI FERRARA	48
TESTO	29
VIRTUALGEO	43

DOCUMENTAZIONE



6 Sindone di Torino: la ricerca scientifica

DI MASSIMO ROGANTE



GUEST PAPER

12 The city hall of Camposanto and the conservation of its decorative concrete finishing

BY ALESSANDRA ALVISI, GIANCARLO GRILLINI



RESTAURO

18 La Fontana della Piazza di Castel Gandolfo

Progetto di salvaguardia e
recupero del valore artistico

originario della Fontana berniniana

DI ANTONINO TINÈ, ELISABETTA CICERCHIA, MARIO CAPORALE

ARCHEOMATICA
TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI
ANNO VIII, N° 4 - DICEMBRE 2017

Archeomatica, trimestrale pubblicata dal 2009, è la prima rivista italiana interamente dedicata alla divulgazione, promozione e interscambio di conoscenze sulle tecnologie per la tutela, la conservazione, la valorizzazione e la fruizione del patrimonio culturale italiano ed internazionale. Pubblica argomenti su tecnologie per il rilievo e la documentazione, per l'analisi e la diagnosi, per l'intervento di restauro o per la manutenzione e, in ultimo, per la fruizione legata all'indotto dei musei e dei parchi archeologici, senza tralasciare le modalità di fruizione avanzata del web con il suo social networking e le periferiche "smart". Collabora con tutti i riferimenti del settore sia italiani che stranieri, tra i quali professionisti, istituzioni, accademia, enti di ricerca e pubbliche amministrazioni.

DIRETTORE
RENZO CARLUCCI
DIR@ARCHEOMATICA.IT

DIRETTORE RESPONSABILE
MICHELE FASOLO
MICHELE.FASOLO@ARCHEOMATICA.IT

COMITATO SCIENTIFICO
ANNALISA CIPRIANI, MAURIZIO FORTE,
BERNARD FRISCHER, GIOVANNI ETTORE GIGANTE,
SANDRO MASSA, MARIO MICHELI, STEFANO MONTI,
FRANCESCO PROSPERETTI, MARCO RAMAZZOTTI,
ANTONINO SAGGIO, FRANCESCA SALVEMINI

REDAZIONE
REDAZIONE@ARCHEOMATICA.IT

GIOVANNA CASTELLI
GIOVANNA.CASTELLI@ARCHEOMATICA.IT
ELENA LATINI
ELENA.LATINI@ARCHEOMATICA.IT
VALERIO CARLUCCI
VALERIO.CARLUCCI@ARCHEOMATICA.IT
DOMENICO SANTARSIERO
DOMENICO.SANTARSIERO@ARCHEOMATICA.IT
LUCA PAPI
LUCA.PAPI@ARCHEOMATICA.IT

24 Analisi acustica della cattedrale di Carinola

DI GINO IANNACE, FRANCESCO MIRAGLIA



30 Il restauro della Fontana del Nettuno a Bologna - Un sistema 3D web per la documentazione e la gestione dei dati

DI FABRIZIO IVAN APOLLONIO, VILMA BASILISSI, GABRIELE BITELLI, MARCO CALLIERI, DORA CATALANO, MATTEO DELLEPIANE, MARCO GAIANI, FEDERICO PONCHIO, FRANCESCA RIZZO, ANGELO RAFFAELE RUBINO, ROBERTO SCOPIGNO



MUSEI

36 Il progetto "D12" - Prumuovere il rilievo 3D per stimolare la ricerca

DI FEDERICA GUIDI, MARINELLA MARCHESI, GIACOMO VIANINI, PIER CARLO RICCI, MICHELE AGNOLETTI, ANDREA ROSSI



RUBRICHE

22 AGORÀ

Notizie dal mondo delle Tecnologie dei Beni Culturali

44 AZIENDE E PRODOTTI

Soluzioni allo Stato dell'Arte

46 EVENTI

 SEGUICI SU TWITTER:
[TWITTER.COM/ARCHEOMATICA](https://twitter.com/ARCHEOMATICA)

 SEGUICI SU FACEBOOK
[FACEBOOK.COM/ARCHEOMATICA](https://facebook.com/ARCHEOMATICA)

una pubblicazione

mediaGEO
Science & Technology Communication

MARKETING E DISTRIBUZIONE

ALFONSO QUAGLIONE
A.QUAGLIONE@ARCHEOMATICA.IT

DIFFUSIONE E AMMINISTRAZIONE

TATIANA IASILLO
DIFFUSIONE@ARCHEOMATICA.IT

MEDIAGEO SOC. COOP.
VIA PALESTRO, 95
00185 ROMA
TEL. 06.64.87.12.09
FAX. 06.62.20.95.10
WWW.ARCHEOMATICA.IT

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE

DANIELE CARLUCCI
DANIELE@ARCHEOMATICA.IT

EDITORE

MEDIAGEO SOC. COOP.
Archeomatica è una testata registrata al Tribunale di Roma con il numero 395/2009 del 19 novembre 2009
ISSN 2037-2485

STAMPA

SPADAMEDIA S.R.L.
VIALE DEL LAVORO 31 - 0043 CIAMPINO (ROMA)

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO

La quota annuale di abbonamento alla rivista è di € 45,00. Il prezzo di ciascun fascicolo compreso nell'abbonamento è di € 12,00. Il prezzo di ciascun fascicolo arretrato è di € 15,00. I prezzi indicati si intendono Iva inclusa. Per abbonarsi: www.archeomatica.it

Gli articoli firmati impegnano solo la responsabilità dell'autore. È vietata la riproduzione anche parziale del contenuto di questo numero della Rivista in qualsiasi forma e con qualsiasi procedimento elettronico o meccanico, ivi inclusi i sistemi di archiviazione e prelievo dati, senza il consenso scritto dell'editore.

DATA CHIUSURA IN REDAZIONE: 28 febbraio 2018

ANALISI ACUSTICA DELLA CATTEDRALE DI CARINOLA



Fig. 1 - Carinola (CE), cattedrale, fronte, portico tripartito realizzato con spolia di strutture romane.

Fig. 2 - Carinola (CE), cattedrale, interno, navata centrale, arco trionfale e sistema absidale.



di Gino Iannace, Francesco Miraglia

Scopo del presente contributo è lo studio delle caratteristiche acustiche della cattedrale di Carinola, al fine di renderla fruibile sia per il culto sia per conferenze e spettacoli musicali.

Le misurazioni per analizzare i parametri acustici sono state eseguite in situ con una sorgente sonora sferica omnidirezionale sull'altare e microfoni posizionati nell'area in cui siede il pubblico. Inoltre, utilizzando un modello geometrico tridimensionale, elaborato con un software dedicato di acustica architettonica, è stato simulato il campo sonoro all'interno della chiesa, per renderla maggiormente fruibile. Questa procedura ha permesso di valutare le caratteristiche acustiche dell'ambiente e di prevedere eventuali interventi di correzione acustica passiva.

Di origine altomedievale, Carinola è situata nel territorio della Campania denominato in età classica *ager Falernus*, oggi in provincia di Caserta. Si è originata dalla coltivazione di un banco tufaceo emergente, circondato da due piccoli torrenti, Pozzano e Malerba, alla base di un'estesa fascia collinare confinata dai monti Pecoraro, Tre Croci, Massico, Petrino e Cicoli. Carinola è ben nota per le diffuse testimonianze della cultura architettonica catalana, presenti sotto forma di edilizia civile, religiosa e militare, nonché di finestre, portali e decorazioni. La dominazione aragonese, inizialmente favorita dai governanti autoctoni, ridefinì, con la realizzazione di nuovi edifici e la ristrutturazione di quelli preesistenti, la forma urbana ed i caratteri del tessuto edilizio del sito, conferendogli tratti distintivi ancora persistenti. Al volgere della suddetta dominazione, a causa dell'isolamento geografico, l'espansione di Carinola subì una fase di arresto: eccezion fatta per piccoli interventi riguardanti la riconfigurazione di alcune arterie stradali, essa conserva sostanzialmente la caratterizzazione quattrocentesca.

Quella che sino al 1848 è stata la cattedrale della diocesi di Carinola (Figg. 1-2), deve il primigenio impianto a san Bernardo, vescovo di Foro Claudio (attuale frazione di Ventaroli), che trasferì la cattedra nel vicino insediamento che, in epoca altomedievale, sarebbe divenuto *Carinulum*. La chiesa, sulla quale è disponibile ampia letteratura, fu realizzata attigua ad un antico sacello cristiano, al quale si giungeva percorrendo uno spazio coperto posto a sud delle tre navate che componevano l'edificio sacro. All'iniziale intervento seguirono ulteriori intraprese costruttive per l'ampliamento della chiesa, nel XII secolo, per far fronte all'aumento dei fedeli.

Nel XIV secolo, durante la dominazione angioina, l'edificio sacro fu oggetto di interventi finalizzati all'ampliamento del presbiterio e alla realizzazione di un sistema absidale pentagonale, molto simile a quello della chiesa napoletana di S. Eligio Maggiore. Nei secoli successivi, la chiesa fu interessata da ulteriori interventi: la realizzazione di alcune cappelle affiancate alla navata sinistra, del pronao cinquecentesco e di un secondo campanile, sulla piazza antistante, in sostituzione dell'originario, di cui permane la base, dietro lo spazio absidale.

Successivi interventi, quali la realizzazione di stucchi sulle pareti interne e l'edificazione della cappella del Santissimo, nonché il restauro della cappella di S. Bernardo (nella quale si possono ammirare ampi lacerti di un pavimento in tessellato marmoreo policromo del periodo paleocristiano con inserti di gusto cosmatesco) sono ascrivibili al XVIII secolo.

DESCRITTORI ACUSTICI

Sotto il profilo acustico, le chiese sono luoghi complessi, per la presenza di altari, nicchie, colonne e volte, nonché di superfici riflettenti, come intonaci, stucchi e marmi. Il parametro acustico più utilizzato per analizzarle è il tempo di riverberazione. Quando il suono è emesso da una sorgente sonora in un ambiente chiuso, è riflesso dalle superfici di confine, in modo che il suono diretto che giunge al "ricevitore" sia seguito dalle mutue riflessioni sulle pareti; le riflessioni dipendono dalla posizione relativa della sorgente e del ricevitore.

Ad esempio, una riverberazione corta corrisponde ad un ambiente sordo, in cui le superfici assorbono la maggior parte dell'energia sonora incidente, come avviene in campo libero. Una riverberazione più lunga corrisponde ad un ambiente le cui superfici riflettono il suono su di esse incidente.

Nelle chiese si svolgono generalmente due tipi di attività: l'enunciazione della parola (che richiede tempi di riverberazione brevi) ed il canto, accompagnato dalla musica (che richiede tempi di riverberazione lunghi). I descrittori per lo studio delle caratteristiche acustiche degli ambienti sono riportati nelle norme UNI EN ISO 3382 "Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti".

Il descrittore maggiormente in uso è il tempo di riverberazione (RT), ossia il tempo necessario affinché, dopo l'interruzione dell'emissione sonora di una sorgente, il livello di pressione sonora nell'ambiente diminuisca almeno di 60 decibel (dB). Il valore di questo parametro varia in funzione del volume della sala e dell'assorbimento acustico totale delle superfici. Variando l'assorbimento dei materiali al variare della frequenza, anche il descrittore RT va calcolato alle varie frequenze.

Spesso in un ambiente non è possibile ottenere un decadimento sonoro di 60 dB, a causa della presenza di rumore antropico o per difficoltà oggettive: in queste condizioni, il decadimento del livello sonoro per la valutazione del tempo di riverberazione avviene su una diminuzione di 30 dB ed il relativo parametro è definito T_{30} .

Altri parametri per la valutazione delle caratteristiche acustiche sono: EDT, Definizione (D_{50}), Chiarezza (C_{80}), STI e SPL.

EDT (*Early Decay Time*): tempo impiegato perché il livello sonoro decresca da 0 a -10 dB; tiene conto del suono diretto e si avvicina alla percezione soggettiva del tempo di decadimento. Viene denominato "riverbero iniziale" o "tempo di primo decadimento" e si considera che rifletta più chiaramente il modo in cui percepiamo il riverbero in una stanza.

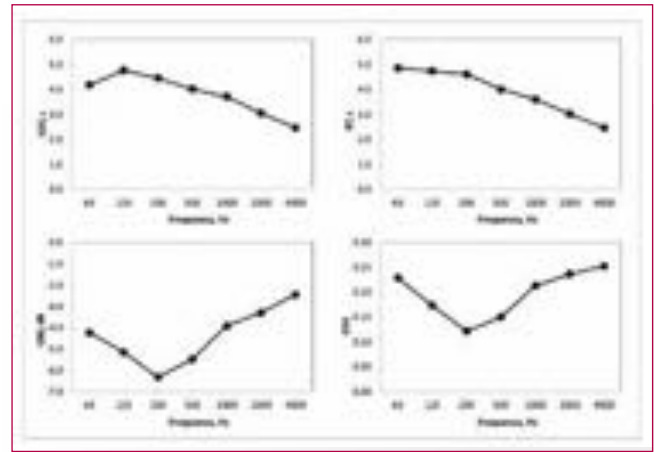


Fig. 3 - Carinola (CE), cattedrale, valori medi dei parametri acustici misurati: EDT, RT, C_{80} e D_{50} .

Il tempo di primo decadimento si dimostra un parametro particolarmente sensibile alla localizzazione del microfono, in relazione alla sua distanza dalla sorgente; infatti, l'indice diminuisce con l'allontanarsi del microfono dalla sorgente e diventa un parametro significativo per confrontare diversi punti di una stessa sala.

D_{50} : comprensione del parlato. In un ambiente in cui sono presenti un riverbero ed un rumore eccessivo, riuscire a comprendere le parole può risultare particolarmente difficile. La definizione rappresenta la capacità di distinguere suoni che si susseguono nel tempo o che giungono simultaneamente da diverse sorgenti sonore.

C_{80} : misura della chiarezza, pari a dieci volte il rapporto logaritmico tra l'energia sonora che giunge all'ascoltatore nei primi 80 ms e quella totale successiva; è il rapporto tra energia diretta unita all'energia delle prime riflessioni e all'energia delle successive. L'indice della chiarezza è ben correlato alla trasparenza della percezione in termini di successione dei suoni e della loro contemporaneità. La chiarezza è funzione del tempo di riverberazione e quindi dipende dalla vivezza; è anche funzione della distanza dell'ascoltatore rispetto alla sorgente sonora e quindi dipende dall'intensità soggettiva del suono diretto. La sensazione di chiarezza di un tono musicale è intesa come percezione del

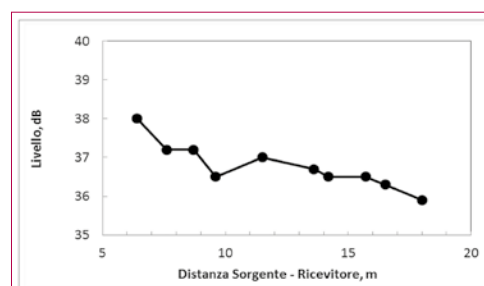


Fig. 4 - Carinola (CE), cattedrale, variazione del livello della pressione sonora con la distanza lungo la navata centrale.

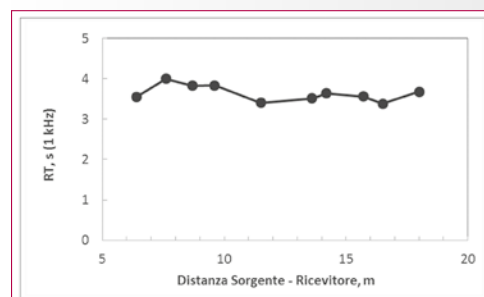


Fig. 5 - Carinola (CE), cattedrale, variazione del tempo di riverberazione, alla frequenza di 1.0 kHz, con la distanza lungo la navata centrale.