

“Colloqui.AT.e”

Collana editoriale di:  
Ar.Tec.  
Associazione Scientifica  
per la Promozione  
dei Rapporti tra Architettura e Tecniche dell'Edilizia

Colloqui.AT.e 2015

L'EVOLUZIONE DEL SAPERE IN  
ARCHITETTURA TECNICA

a cura di:  
Cecilia Mazzoli  
Davide Prati



# INDICE

|  |   |
|--|---|
| <i>INTRODUZIONE</i><br>Cecilia Mazzoli, Davide Prati | 1 |
|--|---|

## 1. PRESENTAZIONE

|   |   |
|---|---|
| IDENTIFICAZIONE, INDIVIDUAZIONE, IMITAZIONE E INTERIORIZZAZIONE NEI PROCESSI DI FORMAZIONE E TRASFORMAZIONE DELL'IDENTITÀ DEL SETTORE DELL'AT<br>Marco D'Orazio | 7 |
|---|---|

|  |    |
|--|----|
| LA DISCIPLINA DELL'ARCHITETTURA TECNICA. ORIZZONTI TEMATICI DI RICERCA E PROSPETTIVE DI SVILUPPO<br>Riccardo Gulli | 11 |
|--|----|

## 2. PROSPETTIVE DI RICERCA

### Sezione I – BUILDING PERFORMANCE

|  |    |
|--|----|
| CONSIDERAZIONI SULLE TEMATICHE DI RICERCA DEL SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE DI ARCHITETTURA TECNICA<br>Placido Munafò | 21 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| LA METODOLOGIA CRADLE TO CRADLE PER UN APPROCCIO DI UP-CYCLING AL PROGETTO DI ARCHITETTURA<br>Rossano Albatici, Stefano Gialanella, Anna Serpelloni | 25 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| MISURARE LA QUALITÀ COMPLESSIVA DEGLI EDIFICI. IL PROTOCOLLO BQE (BUILDING QUALITY EVALUATION)<br>Nicola Bartolini, Francesco Della Fornace, Riccardo Gulli, Cecilia Mazzoli, Davide Prati | 33 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| PRIMI RISULTATI SUL COMPORTAMENTO DELLE MALTE CON SCARTI DI VETRO IN AMBIENTE SALINO<br>Rosa Agliata, Carlo Giudicianni, Giuseppe Lamanna, Luigi Mollo | 43 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| CRITICITÀ, POTENZIALITÀ E POSSIBILI SVILUPPI DEI SISTEMI DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE NEGLI EDIFICI<br>Carlo Antonio Stival | 51 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ESISTENTI: LO SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE PER SCHERMATURE SOLARI INTELLIGENTI<br>Maria Chiara Cimmino, Enrico Sicignano | 63 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| LA BUILDING AUTOMATION PER IL COMFORT AMBIENTALE ED IL RISPARMIO ENERGETICO: L'ESPERIENZA DEL PROGETTO SINBAD<br>Giuseppe Desogus | 69 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| PARETI "TRASPIRANTI" E QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA: VALUTAZIONI SPERIMENTALI ED ANALITICHE DELLE PRESTAZIONI PER LA PROGETTAZIONE IN CLIMA MEDITERRANEO<br>Elisa Di Giuseppe, Marco D'Orazio | 79 |
|--|----|

|   |     |
|---|-----|
| POTENZIALI INNOVATIVI DI COMPONENTI/PRODOTTI A BASE PERLITE E STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA<br>Matteo Fiori, Andrea Giovanni Mainini, Riccardo Paolini  | 89  |
| L'INTEGRAZIONE DELLA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA NELL'INVOLUCRO DEGLI UFFICI DEL CANTIERE NAVALE DI AUGUSTA<br>Salvatore De Caro, Raffaella Lione, Fabio Minutoli, Antonio Testa  | 99  |
| VETRI ELETTROCROMICI: 4 ANNI DI SPERIMENTAZIONI<br>Gianraffaele Loddo   | 107 |
| RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI IN UN CANTIERE NAVALE: TECNOLOGIE PER INTERVENTI PASSIVI<br>Salvatore De Caro, Raffaella Lione, Fabio Minutoli, Antonio Testa  | 117 |
| OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA COPERTURA-PAVIMENTAZIONE LUNGO I PERCORSI DI EXPO 2015 PER LA MITIGAZIONE DELLO STRESS TERMICO<br>Andrea Giovanni Mainini, Ciro Mariani, Riccardo Paolini, Tiziana Poli, Andrea Vallati  | 129 |
| DETERMINAZIONE DEL PROFILO CARATTERISTICO DI PRESTAZIONE OTTICA DI UN PANNELLO SEMITRASPARENTE IN PMMA E FIBROCEMENTO AL VARIARE DELLA GEOMETRIA E DEL CONTESTO<br>Massimo Borsa, Andrea Giovanni Mainini, Riccardo Paolini, Tiziana Poli, Alberto Speroni, Andrea Zani | 139 |
| LA RICERCA NEL CAMPO DELLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ESISTENTI<br>Manuela Grecchi, Giuliana Iannaccone, Graziano Salvalai   | 149 |
| UTILIZZO DI CONTROLLI 'SMART' NELLA VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA PER RIDURRE L'UMIDITÀ INTERNA NELLE ABITAZIONI IN CLIMI CALDO-UMIDI<br>Sara Ticci  | 157 |
| <br><b>Sezione II – BUILDING DESIGN AND TECHNIQUES</b>  |     |
| INTRODUZIONE<br>Raffaella Lione   | 169 |
| STRUMENTI E METODI PER LA PROGETTAZIONE PARAMETRICA DI UN PROCEDIMENTO COSTRUTTIVO INNOVATIVO<br>Nicola Bartolini, Riccardo Gulli, Cecilia Mazzoli, Davide Prati, Alice Schwigkofler  | 175 |
| VALUTAZIONE DELLE IMPLICAZIONI STRUTTURALI CONNESSE ALLA REALIZZAZIONE DI COPERTURE VERDI SU EDIFICI ESISTENTI<br>Raul Berto  | 185 |
| OLTRE L'EDIFICIO: IL PROGETTO DI SOSTENIBILITÀ DELL'AMBIENTE COSTRUITO<br>Emilia Conte  | 195 |
| PROGETTAZIONE DI UN CANTIERE OSPEDALIERO SUPPORTATA DA APPROCCI SIMULATIVI<br>Ugo Maria Coraglia, Daniela D'Alessandro, Antonio Fioravanti, Davide Simeone  | 203 |
| L'ADOZIONE DEL BIM IN ITALIA: LIMITI E PROSPETTIVE<br>Paolo Fiamma  | 211 |

|   |     |
|---|-----|
| LA PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA COME SUPPORTO ALL'AZIONE ASSISTENZIALE E AI PROCESSI TERAPEUTICI NELLE MALATTIE PSICOFISICHE<br>Paolo Liguori                                   | 221 |
| GLI EDIFICI SCOLASTICI COME CENTRI DI CONOSCENZA PER LE CITTÀ<br>Matteo Locatelli   | 229 |
| L'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DEL BUILDING INFORMATION MODELLING NELLE SIMULAZIONI DINAMICHE<br>Alberto Messico  | 239 |
| INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DELLA COMPONENTE VETRATA IN EDIFICI PER UFFICI AD ELEVATA PRESTAZIONE ENERGETICA IN ITALIA<br>Frida Bazzocchi, Vincenzo Di Naso, Serena Miceli | 249 |
| APPROCCIO METODOLOGICO PER IL RECUPERO SOSTENIBILE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE:<br>APPLICAZIONE IN CASI STUDIO SIGNIFICATIVI<br>Mauro Caini, Rossana Paparella            | 259 |
| BIM E REALTÀ AUMENTATA: INNOVAZIONE DI METODI E TECNOLOGIE PER LA GESTIONE DEI PROGETTI SULL'ESISTENTE<br>Francesco Livio Rossini   | 269 |
| COSTRUIRE LA SOSTENIBILITÀ NEI CONTESTI MEDITERRANEI. UNA SPERIMENTAZIONE NELL'AMBITO DEI PROGRAMMI EUROPEI DI COOPERAZIONE.<br>Antonello Sanna                                 | 275 |
| IL RUOLO DELL'ARRICCHIMENTO SEMANTICO NEL BUILDING INFORMATION MODELLING<br>Gianfranco Carrara, Stefano Cursi, Davide Simeone   | 285 |
| BIM-M E STRATEGIE PER L'IMPLEMENTAZIONE DI APPROCCI INNOVATIVI NEGLI APPALTI PUBBLICI<br>Marco Vassale  | 293 |
| APPLICAZIONI DI METODI DECISIONALI PER L'OTTIMIZZAZIONE DI UN PROCESSO RIGENERATIVO DEGLI EDIFICI ESISTENTI<br>Clara Vite   | 301 |
| BIPV - OPPORTUNITÀ E LIMITI DELL'INTEGRAZIONE EDILIZIA DEL FOTOVOLTAICO<br>Maddalena Achenza  | 311 |
| LA STRATEGIA DELLE ADDIZIONI VOLUMETRICHE PER LA RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE SOCIALE<br>Elena Cattani, Annarita Ferrante, Anastasia Fotopoulou                  | 319 |
| LE TECNOLOGIE DI PRODUZIONE ADDITIVE: LA STAMPA IN 3D NEL CAMPO DELL'EDILIZIA, UNA LITERARY REVIEW<br>Mario Cristiano   | 331 |
| ACCESSIBILITÀ ED INCLUSIONE NEI PROTOCOLLI DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ PER L'AMBIENTE COSTRUITO<br>Michela Dalprà  | 337 |
| TECNICHE DI CORRELAZIONE DEI SERRAMENTI.<br>PROBLEMATICHE DI CONTROLLO DELLE PRESTAZIONI TERMO-IGROMETRICHE LOCALI E DIFFUSE<br>Ornella Fiandaca                                | 345 |

|   |     |
|---|-----|
| CLIMATE ORIENTED URBAN DESIGN COMFORT TERMICO NEGLI SPAZI URBANI E PER IL RISPARMIO ENERGETICO DEGLI EDIFICI<br>Elena Cattani, Annarita Ferrante, Anastasia Fotopoulou, Riccardo Gulli                    | 357 |
| SISTEMI ABITATIVI A CARATTERE TEMPORANEO IN LEGNO<br>Valentina Guagliardi   | 367 |
| KREO – KINETIC RESPONSIVE ENVELOP BY ORIGAMI<br>Gianluca Rodonò, Vincenzo Sapienza  | 373 |
| PANNELLI MURARI SEMI-PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO. TECNICHE E TECNOLOGIE COSTRUTTIVE PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLE PERFORMANCE<br>Albina Sciotti  | 383 |
| EFFICIENZA PRESTAZIONALE DI EDIFICI IN CLIMA MEDITERRANEO<br>Giuliana Carlino, Gaetano Sciuto   | 393 |
| <b>Sezione III – BUILDING HERITAGE</b>  |     |
| INTRODUZIONE<br>Giovanni Fatta  | 407 |
| TECNICHE NON DISTRUTTIVE PER LA MISURA DELL'UMIDITÀ NELLE MURATURE: TDR E OF. LO STATO DELL'ARTE<br>Rosa Agliata, Roberto Greco, Luigi Mollo  | 411 |
| AUMENTARE LA SICUREZZA DELLE PERSONE IN EDIFICI STORICI: VERIFICA SPERIMENTALE DI UN INNOVATIVO SISTEMA DI WAYFINDING ALL'INTERNO DI UN TEATRO<br>Gabriele Bernardini, Marco D'Orazio, Enrico Quagliarini | 419 |
| SPESSORE E PROGETTO. LA MURARIETÀ ALLA LUCE DEI MATERIALI DELLA CONTEMPORANEITÀ<br>Stefano Cadoni   | 427 |
| METODI INNOVATIVI SULLO STUDIO DELLA VULNERABILITÀ TERRITORIALE PER LA REDAZIONE DI PIANI DI EMERGENZA<br>Roberto Castelluccio, Marina Fumo, Federica Pascale, Francesco Polverino                        | 437 |
| APPROCCIO METODOLOGICO PER IL RECUPERO SOSTENIBILE DEL PATRIMONIO EDILIZIO STORICO DEL PORTO VECCHIO DI TRIESTE<br>Raul Berto, Giovanni Cechet, Carlo Antonio Stival, Nicola Strazza, Edino Valcovich     | 447 |
| VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEI CENTRI URBANI<br>Chiara Cicero, Grazia Lombardo   | 457 |
| PROTOCOLLI DI INDAGINE IN SITO PER LA QUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO STORICO-ARCHITETTONICO AD USO SCOLASTICO<br>Mariella De Fino  | 465 |

|   |     |
|---|-----|
| UN MODELLO DECISIONALE PER IL RIUSO SOSTENIBILE DI EDIFICI INDUSTRIALI DISMESSI<br>Giuseppe Donnarumma  | 457 |
| TECNICHE INNOVATIVE E PROTOCOLLI OPERATIVI PER LA QUALIFICAZIONE E IL CONTROLLO DEL PATRIMONIO COSTRUITO<br>Mariella De Fino, Giambattista De Tommasi, Fabio Fatiguso, Albina Sciotti   | 483 |
| ANALISI DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI NELL'EDILIZIA TRADIZIONALE.<br>IL CASO DI STUDIO DEL CENTRO STORICO DI SCALEA (COSENZA, ITALIA)<br>Giulia Forestieri, Alessandro Campolongo, Maurizio Ponte | 493 |
| PROPOSTA METODOLOGICA PER UN MIGLIORAMENTO ENERGETICO COMPATIBILE DELL'ARCHITETTURA<br>STORICA PALERMITANA<br>Enrico Genova   | 503 |
| LA CONOSCENZA PER IL RECUPERO. IL CASO DELLE ARCHITETTURE ECCLESIASTICHE<br>Antonella Guida, Antonello Pagliuca   | 511 |
| STRATEGIE METAPROGETTUALI FINALIZZATE AL RIUSO COMPATIBILE: IL CASO DELLE CHIESE AD AULA UNICA<br>DELLA CITTÀ DI CATANIA<br>Alessandro Lo Faro, Attilio A. Mondello, Angelo Salemi  | 519 |
| IL RESTAURO DEI SASSI DI MATERA ATTRAVERSO NUOVE ENERGIE<br>Antonio Giulio Loforese   | 529 |
| SOLUZIONI DI COPERTURA PREFABBRICATE IN LEGNO PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA<br>DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE<br>Laura Elisabetta Malighetti, Francesco Pittau   | 539 |
| ANALISI STRUMENTALI E PROTOCOLLI OPERATIVI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLA COSTRUZIONE<br>Luca Guardigli, Riccardo Gulli, Giovanni Mochi   | 549 |
| CERCHIATURA DI COLONNE IN MURATURA: NUOVI MATERIALI PER L'EVOLUZIONE DI UNA TECNICA TRADIZIONALE<br>Francesco Monni, Enrico Quagliarini, Federica Greco, Stefano Lenci  | 559 |
| IL DOPOLAVORO DI CARBONIA. CONSERVAZIONE, RECUPERO E RIUSO<br>Giuseppina Monni, Antonello Sanna, Paolo Sanjust  | 567 |
| CONTATTO AGRO E URBANO. CONFRONTO TRA ORGANISMI DI LUNGA DURATA E BORGHI DI FONDAZIONE<br>Aurora Perra  | 577 |
| ARCHITETTURA INDUSTRIALE PREFABBRICATA E SOSTENIBILITÀ:<br>DALLA VALUTAZIONE ENERGETICO AMBIENTALE ALLE STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE<br>Maria Vittoria Santi   | 587 |
| CUCITURE FLESSIBILI PER IL RINFORZO A SECCO DI MURATURE STORICHE: RISULTATI SPERIMENTALI PER AZIONI FUORI<br>DAL PIANO<br>Stefano Lenci, Francesco Monni, Enrico Quagliarini, Agnese Scalbi                                   | 597 |

|  |     |
|--|-----|
| LA PROGETTAZIONE MULTISENSORIALE NELLA RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI ESISTENTI<br>Manuela Marino, Gaetano Sciuto  | 605 |
| LA SEDE DEL MONTE DEI PASCHI DI SIENA A COLLE VAL D'ELSA (SI) DI GIOVANNI MICHELUCCI<br>Frida Bazzocchi, Vincenzo Di Naso, Andrea Masi   | 615 |
| PORTO VECCHIO DI TRIESTE. TECNOLOGIE INNOVATIVE ORIGINARIE E METODOLOGIE DI RECUPERO COMPATIBILI<br>Giovanni Cechet, Edino Valcovich   | 625 |
| NORME E BREVETTI NELL'ITALIA DEL NOVECENTO. IL CASO DELLE COSTRUZIONI METALLICHE<br>Stefano Cocco  | 635 |
| TECNICHE E SPERIMENTAZIONE DEI MATERIALI COIBENTI NELLA COSTRUZIONE MODERNA IN ITALIA:<br>IL CASO DELLE COLONIE<br>Angelo Bertolazzi, Giorgio Croatto, Umberto Turrini   | 645 |
| LA COSTRUZIONE METALLICA NELLA PALERMO DEL XIX SECOLO<br>Tiziana Campisi, Giovanni Fatta, Calogero Vinci   | 655 |
| POTENZIALITÀ DEI FINANZIAMENTI EUROPEI IN TEMA DI SALVAGUARDIA E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO<br>COSTRUITO. IL CASO MOMOWO<br>Caterina Franchini, Emilia Garda, Marika Mangosio   | 663 |
| COSTRUIRE LA SCUOLA. INDUSTRIALIZZAZIONE PER L'ISTRUZIONE DI MASSA (1960-1975)<br>Ilaria Giannetti   | 673 |
| I GRANDI INTERVENTI ALL'ESTERO DELLA SOCIETÀ GENERALE IMMOBILIARE<br>Gianluca Lecoque  | 683 |
| CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E VULNERABILITÀ SISMICHE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI COSTRUITI IN ITALIA<br>NEL SECONDO DOPOGUERRA<br>Francesco Clementi, Stefano Lenci, Gianluca Maracchini, Francesco Monni, Enrico Quagliarini | 691 |
| TECNOLOGIE PER LA GESTIONE DELL'ACQUA<br>Francesco Marras  | 701 |
| IL PATRIMONIO ARCHITETTONICO E CULTURALE DEI PORTI STORICI: DALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO<br>ALLA CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE<br>Antonello Martino  | 709 |
| EDILIZIA INDUSTRIALIZZATA E QUALITÀ DELL'ABITARE A TORINO NEGLI ANNI DELLA GRANDE IMMIGRAZIONE<br>Emilia Garda, Caterina Mele  | 717 |
| CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE COPERTURE LIGNEE AD AMPIA LUCE IN AMBITO BOLOGNESE<br>Luca Guardigli, Giovanni Mochi, Davide Prati  | 727 |
| LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DEL MODERNO. QUATTRO ARCHITETTURE DI GIUSEPPE VACCARO<br>N EMILIA ROMAGNA<br>Riccardo Gulli, Giorgia Predari  | 737 |



STORIA A TECNICA NEI TABACCHIFICI DELLA PIANA DEL SELE  
Pasquale Apicella, Alessandra Landi, Federica Ribera

747

ANALISI DI ALCUNE PARADIGMATICHE SPERIMENTAZIONI DEL DOPOGUERRA A CASSINO:  
STORIA DELLA COSTRUZIONE E RECUPERO  
Franco Fragnoli, Marcello Zordan

757



# Introduzione

Cecilia Mazzoli<sup>a</sup>, Davide Prati<sup>a</sup>

<sup>a</sup> DA - Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, viale Risorgimento 2, Bologna, 40136, Italia

L'incontro "Colloqui.AT.e 2015" dell'Associazione Ar.Tec. si è svolto a Bologna nelle giornate dal 26 al 28 novembre 2015, presso la Scuola di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna.

L'appuntamento annuale fra i membri dell'associazione si è svolto nella città sede dell'Università più antica del mondo e, in particolare, fra i muri di un edificio storico di grande valore architettonico e simbolico progettato da Giuseppe Vaccaro, uno dei più importanti architetti del Novecento. Questo edificio razionalista, per le sue caratteristiche architettoniche e costruttive, acquista un valore aggiunto se analizzato secondo i tre ambiti tematici individuati dal convegno: infatti, offre una interessante occasione di riflessione sotto il profilo dei requisiti prestazionali, delle tecniche costruttive impiegate e del valore architettonico e paesaggistico del bene.

Gli esiti di questo importante incontro vengono raccolti nel secondo volume della collana editoriale "Colloqui.AT.e", che racchiude tutti i contributi redatti in occasione del convegno Ar.Tec., accompagnati dalle presentazioni dei vertici dell'associazione e dalle introduzioni dei docenti che hanno esposto una analisi critica dei contributi.

Le giornate di convegno hanno dato vita a un confronto tra coloro che hanno partecipato all'evento presentando i loro contributi scritti e assistendo ai dibattiti sorti dalle riflessioni da questi offerti. Anche quest'anno il comitato organizzativo ha potuto riscontrare una grande affluenza da parte dei giovani ricercatori non strutturati (dottorandi, dottori, assegnisti e borsisti di ricerca) e dei professori (associati e ordinari). Lo scambio tra queste persone ha rappresentato un momento importante di condivisione e trasmissione del sapere, di riflessione e confronto sulle tematiche poste alla base della disciplina dell'Architettura Tecnica.

Il convegno è stato strutturato prevedendo una prima giornata dedicata ai giovani ricercatori e alla presentazione dei loro contributi, suddivisi per aree tematiche – *Building Performance, Building Design and Techniques, Building Heritage* – e al confronto tra docenti in merito ai percorsi formativi e al collocamento professionale. La seconda giornata è stata articolata seguendo i tre ambiti tematici individuati sopra: per ciascuno di essi, la sessione è stata aperta dalle riflessioni di docenti che hanno introdotto la presentazione di uno o due contributi dei giovani ricercatori, selezionati per particolare merito e pregio scientifico, seguita da un momento di dibattito. L'ultima mattina del convegno si è dedicata alla visita culturale di alcuni luoghi storici importanti della città di Bologna: visita della Cattedrale di San Pietro e salita in quota nel sottotetto per ammirare le grandi capriate al di sopra della volta gotica – riportate nella foto in copertina – seguita dalla visita di Palazzo d'Accursio con salita alla Torre dell'Orologio, del Complesso dell'Archiginnasio e del

Teatro Anatomico in legno intagliato.

Passando ai numeri, rispetto al 2014, è stato riscontrato un aumento dei contributi presentati pari al 12% circa. La distribuzione dei 78 papers all'interno delle tre aree tematiche mostra come l'ambito decisamente più battuto sia quello del *Building Heritage* che costituisce il 49% del totale. Il settore più debole in quanto a produzione scientifica è quello del *Building Performance* con 15 contributi presentati (19%) mentre per l'ambito *Building Design and Techniques* sono stati presentati 25 articoli (32%). La chiara prevalenza di ricerche inerenti la conservazione del patrimonio è sicuramente riconducibile all'attenzione che, da sempre, nel contesto italiano, è rivolta a questo tema. In effetti, il patrimonio costruito storico è un elemento di grande interesse per la ricerca in questo ambito, anche in un'ottica di valorizzazione. L'attenzione rivolta alle nuove tecniche costruttive dimostra comunque l'intenzione dei ricercatori a cimentarsi in temi di ricerca complessi, spesso con caratteristiche multidisciplinari e specialistiche, che portano a inevitabili ricadute anche sul miglioramento delle performance degli edifici, esistenti e nuovi, nell'orizzonte dettato dalle normative energetiche.

I contributi sono giunti da 26 diversi atenei italiani, distribuiti lungo tutta la penisola, a conferma di come questo appuntamento nazionale sia in grado di costituire un importante momento di aggregazione per tutta la disciplina. I dati indicano inoltre come ci siano stati ben 72 *corresponding author* diversi, con una partecipazione complessiva, a diverso titolo, di 135 persone coinvolte nella redazione dei contributi. Professori e ricercatori esperti collaborano ed indirizzano quindi team di lavoro costituiti da giovani ricercatori con diverse professionalità e specificità.

La lettura dei contributi scientifici presentati in questa occasione porta alla luce la multidisciplinarietà delle ricerche svolte nel settore dell'Architettura Tecnica presso le diverse sedi italiane, leggibile sia nelle specifiche tematiche affrontate che negli approcci di ricerca impiegati dai ricercatori. Un altro dato fondamentale che accomuna i contributi di tutti gli ambiti di ricerca riguarda la forte componente di innovazione tecnologica che acquista un ruolo sempre più centrale per l'evoluzione della ricerca. L'affinamento di strumenti tecnologici e di tecniche innovative rappresenta una componente fondamentale dei contributi presentati, non soltanto come fine ultimo di ricerca, ma anche come importante mezzo di ricerca, volto all'ottimizzazione sempre più precisa dei processi.

A fianco dell'evoluzione tecnologica, strettamente legata al progresso della tecnica – propria dell'area disciplinare – emerge la necessità di attuare un confronto internazionale con le realtà afferenti ai medesimi settori di ricerca scientifica, attraverso lo scambio di informazioni favorito dai seminari e convegni e dalla diffusione delle pubblicazioni scientifiche.

L'incontro Colloqui.AT.e 2015 ha dimostrato la continua evoluzione delle conoscenze acquisite nell'ambito della ricerca, oltre al conseguimento di una sempre maggiore consapevolezza della natura profonda dell'area disciplinare di Architettura Tecnica: un luogo di sintesi del sapere tecnico, primariamente connotato dall'inclinazione all'individuazione delle problematiche e alla successiva elaborazione dei paradigmi e metodi di ricerca per la formulazione di soluzioni progettuali volte alla loro risoluzione. Questo aspetto costituisce l'essenza della figura degli Ingegneri Edili-Architetti, la cui complessità e valore derivano dalla convivenza della duplice componente teorica e pratica nella formazione culturale ricevuta, coltivata e trasmessa ai nuovi giovani ricercatori.

Cecilia Mazzoli, Davide Prati



*Si ringraziano per il lavoro di revisione dei contributi e per il supporto scientifico il professori Marco D'Orazio, Riccardo Gulli, Placido Munafò, Raffaella Lione, Giovanni Fatta.*

# **1. PRESENTAZIONE**





## Identificazione, individuazione, imitazione e interiorizzazione nei processi di formazione e trasformazione dell'identità del settore dell'AT

Marco D'Orazio<sup>a</sup>

<sup>a</sup> DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Architettura, Università Politecnica delle Marche, via Breccie Bianche 12, Ancona, 60131, Italia

E' con grande piacere che mi appresto a scrivere queste brevi note quali contributo introduttivo al convegno Colloquiate 2015. Il convegno, organizzato con grande attenzione dai colleghi della sede di Bologna, ha costituito un importante momento di riflessione in merito alle istanze poste al nostro settore, sul piano della ricerca, dalle trasformazioni indotte dai processi di rinnovamento della società contemporanea.

I numerosi contributi presentati nelle tre aree tematiche (Building performance, Building design and techniques, Building heritage), nelle quali si è articolato il convegno, testimoniano una grande vitalità del settore ed anche l'attenzione oramai consolidata a ambiti sui quali la società stessa ci chiede di investire in termini di ricerca, quali la sostenibilità, l'uso accorto delle risorse, ecc. . . .

Allo stesso tempo tuttavia è possibile leggere nella trama tessuta da questi contributi anche una importante, e forse eccessiva, ampiezza di spettro dell'orizzonte tematico di ricerca del settore, aspetto che non aiuta nella identificazione del settore come espressione di specifiche e riconoscibili competenze spendibili, anche nei confronti di soggetti esterni, sul piano della ricerca.

Ciò è sicuramente insito nella crescente difficoltà di circoscrivere i problemi e le istanze pratiche che la società pone, sul piano della ricerca, ai confini settoriali originati da pregresse istanze formative ed alla necessità sempre più pressante di scambio di conoscenze e competenze tra ricercatori.

Resta comunque il fatto che l'ampiezza di spettro dell'orizzonte tematico, dovuta anche alla mancanza di una esplicitazione ulteriore, rispetto al più generale ambito della "costruzione", delle competenze dal nostro gruppo spendibili sul piano della ricerca, rende oggi sempre più labili i processi di identificazione, individualizzazione, imitazione ed interiorizzazione che permettono lo sviluppo del senso di appartenenza al gruppo dell'Architettura Tecnica da parte di coloro che sono destinati ad essere la futura generazione del settore.

Se i soggetti appartenenti alla futura generazione del settore non riusciranno a rifarsi, con meccanismi di identificazione [i], ad una figura collettiva, rispetto alla quale sentirsi uguali e con la quale condividere alcuni caratteri [ii], perché "dispersa", se questi non svilupperanno coscienza delle caratteristiche del gruppo che ne permettono la distinzione dagli altri gruppi [iii], non potranno avere sviluppo, come nel passato, seppure per altre istanze [iv], processi imitativi, tesi consciamente o inconsciamente alla riproduzione di modelli comportamentali specifici del gruppo piuttosto che dei singoli.

E' assolutamente necessario pertanto comprendere oggi quali sono gli elementi di permanenza (identificazione, imitazione) che

possono dare il senso di appartenenza ad una entità collettiva quale l'Architettura Tecnica, quali sono gli elementi di distinzione (individuazione, interiorizzazione) che marcano le differenze rispetto ad altri gruppi o all'interno del gruppo e infine quali sono i fattori contestuali che oggi possono o stanno già provocando ulteriori mutamenti negli aspetti identitari del settore sia sul piano della formazione che della ricerca.

Gli elementi "identificanti" che hanno costituito l'identità originaria del settore e che trovavano ragione nelle necessità formative delle scuole di ingegneria a cavallo tra la fine dell'800 e l'inizio del 900 e che sono perdurati (imitazione) nei periodi successivi sono oggi un elemento limitante per il riconoscimento del settore, in termini identitari, sul piano della ricerca. Questi trovavano la propria ragione in un contesto che riconosceva ai gruppi, che poi si sono configurati in settori disciplinari, la sola funzione formativa come bilanciamento pratico-applicativo di discipline più indirizzate ad aspetti teorici.

La permanenza di tali caratteri [v] nonostante i mutamenti di contesto intervenuti, ed alla luce delle attuali istanze sociali che chiedono al mondo della ricerca di produrre conoscenze prima ancora che trasmetterle, costituisce oggi il principale elemento limitante per una visione collettiva e non semplicemente aggregativa del settore in termini di ricerca.

È necessaria oggi una nuova visione, che trovi elementi identitari tanto relativi alle istanze sociali alle quali dare risposta con le attività di ricerca quanto nei modi operativi.

È anche fondamentale indirizzarsi verso quegli ambiti capaci di dare risorse utili alla creazione di adeguate infrastrutture per la ricerca, unica realtà che, se adeguatamente perseguita, può dare la stabilità necessaria allo sviluppo dei meccanismi di identificazione, individuazione, imitazione e interiorizzazione utili ad una piena riconoscibilità del settore su piani paralleli e correlati a quelli della formazione.

## NOTE

- [i] Istanze prioritariamente connesse all'attività formativa.
- [ii] Piuttosto che alle singole figure, seppur di rilievo, che caratterizzano l'ambito operativo della sede o di parte di essa.
- [iii] Sia dagli altri gruppi a cui non appartiene, sia dagli altri membri del gruppo rispetto ai quali il soggetto si distingue per le proprie caratteristiche fisiche e morali e per una propria storia individuale.
- [iv] Nelle scienze sociali il processo di formazione dell'identità si distingue usualmente in quattro componenti/fasi, non necessariamente conseguenti tra di loro: identificazione, individuazione, imitazione e interiorizzazione. La prima componente fase è quella nella quale il soggetto si rifà alle figure rispetto alle quali si sente uguale e con le quali condivide alcuni caratteri. Ciò produce in lui il senso di appartenenza a un'entità collettiva che costituisce il gruppo (familiare, lavorativo o di altra natura). Contemporaneamente però il soggetto (o gruppo) sviluppa anche coscienza delle caratteristiche che lo distinguono dagli altri, sia dagli altri gruppi a cui non appartiene (e, in questo senso, ogni identificazione/inclusione implica un'individuazione/esclusione), sia dagli altri membri del gruppo rispetto ai quali il soggetto si distingue per le proprie caratteristiche. Definite le figure rispetto alle quali ci si sente uguali e presa coscienza della propria individualità/differenza il soggetto (o gruppo), attraverso l'imitazione, intesa come attività di riproduzione conscia e inconscia di modelli comportamentali, si muove in maniera differente all'interno della società a seconda del contesto sociale in cui si trova. Infine, l'interiorizzazione permette al soggetto (o gruppo) di creare un'immagine ben precisa di sé grazie ai giudizi, agli atteggiamenti, ai valori ed ai comportamenti degli altri sul soggetto o sul gruppo.
- [v] L'Architettura Tecnica nasce nelle Scuole di Ingegneria, al pari di altre discipline tecniche, con lo scopo di equilibrare, mediante nozioni pratiche, una formazione scientifica di alto livello ma non adeguata all'immediato svolgimento di attività pratiche da parte degli allievi ingegneri. Per tale funzione vengono chiamati a tenere insegnamenti, nel triennio successivo al biennio propedeutico, professionisti di alto profilo, presso le diverse Scuole, i quali, avendo specifiche e diverse matrici culturali di origine, mantengono specifiche identità tanto nei processi formativi che nel tipo di pubblicistica prodotta. Basile a Palermo, Donghi a Milano e Padova, e successivamente Muggia a Bologna, Griffini a Pisa e Vaccaro a Roma, sono alcune delle figure che hanno rappresentato, ciascuno con proprie specificità, il settore tra la fine dell'800 e la seconda guerra mondiale nelle scuole di Ingegneria unendo ai ruoli di insegnamento una intensa attività professionale. Elemento comune e identitario del settore in tale periodo storico, in termini pubblicistici, è la produzione di strumenti manualistici, di tipo didattico, utili a fornire, per via teorica, mediante processi di sistematizzazione, informazioni pratiche sul costruire. Tale elemento identitario appare coerente con l'istanza sociale che in quel periodo determinava l'esistenza stessa dell'Architettura Tecnica e con il collocamento della disciplina nel percorso formativo degli allievi ingegneri, aspetto che dà luogo a processi imitativi sul piano dello sviluppo dei modelli formativi, ma non ovviamente sul piano della ricerca. La crescita costante, nel numero degli studenti, anche nel periodo a cavallo dalla seconda guerra mondiale (nel

solo passaggio dal 1931 al 1941 quadruplicano e nei 10 anni successivi raddoppiano ulteriormente) muta le condizioni di contesto ma non l'operatività in termini pubblicistici degli attori principali, tutti legati strettamente al mondo professionale. Identità e imitazione appaiono in questo periodo ancora strettamente legati alle dinamiche ed alle istanze sociali di inizio secolo. Nei primi decenni successivi al dopoguerra non mutano infatti i caratteri identitari essenziali del settore, ma mutano le necessità sociali. Date le necessità di ricostruzione del paese, le numerose occasioni professionali danno luogo, come nel passato, prevalentemente ad una pubblicistica, ad uso didattico, orientata a sistematizzare conoscenze in merito ad aspetti pratici della costruzione. Emergono in questo periodo figure capaci di innescare transizioni importanti per il settore disciplinare, avviando ponderosi processi di sistematizzazione del sapere in funzione della nuova dimensione dell'università ed alla luce della transizione in atto nel settore delle costruzioni. Agli aspetti di identificazione e imitazione, la cui genesi è riconducibile a istanze sociali sviluppatasi tra fine '800 e inizio '900, si sovrappongono elementi di identificazione coincidenti con specifiche figure professionali. Emergono tuttavia alcuni fatti che determinano un mutamento di contesto. Alla necessità di ricostruzione si affianca la pari necessità di industrializzazione del settore delle costruzioni ed emerge allo stesso tempo, anche per via di alcuni eventi sismici di particolare gravità, la necessità di guardare non solo l'ambito della nuova costruzione quale dominio di interesse della disciplina. La possibilità di divenire parte attiva dei nascenti processi di industrializzazione viene colta tuttavia limitatamente dal settore, anche per l'assenza, nei decenni precedenti, di politiche di settore, orientate alla creazione di infrastrutture di ricerca utili a supportare sul piano pratico l'industria delle costruzioni. L'assenza di infrastrutture sulle quali poggiarsi per attività volte alla produzione di conoscenze connota anche gli esiti pubblicistici del settore relativamente alle tematiche del recupero. Sono le occasioni professionali a dar luogo a casi di studio che divengono base per la pubblicistica prodotta. Un ulteriore cambio di contesto si ha con la riforma del 1980 (DPR 382/80). Il DPR introducendo nuovi ruoli nella docenza, con vincoli in relazione al tempo pieno ed al tempo parziale, e definendo allo stesso tempo il ruolo del ricercatore, come soggetto avente funzioni ulteriori rispetto alla trasmissione delle conoscenze, cambia improvvisamente lo scenario di operatività del settore. Il settore si interroga, per via della nuova figura, su quali ambiti produrre conoscenza e sui modi con cui produrre. Ma essendo ormai fortemente radicati modi operativi di produzione della pubblicistica basati sulla traslazione di specifiche esperienze professionali, il mutamento di contesto non determina immediatamente cambi di operatività. Ne consegue che occasioni importanti sul piano del supporto alla creazione delle infrastrutture vengono limitatamente sfruttate per la creazione di strutture volte a determinare orizzonti di medio-lungo periodo per la ricerca. E anche chi in questo periodo si indirizza verso l'apertura di nuovi fronti di ricerca tende a privilegiare strade operative caratterizzate da bassa necessità infrastrutturale. Ciò che avviene da questo periodo in poi è noto a tutti. Il settore, per i motivi identitari fin qui visti, mantiene modi produttivi oramai non più in linea con le effettive istanze sociali. Si affiancano in molti casi e su diverse tematiche opere di sistematizzazione di conoscenze prodotte altrove e presentazioni per la maggior parte di casi di studio, immediata traslazione di occasioni di tipo professionale.



# La disciplina dell'Architettura Tecnica. Orizzonti tematici di ricerca e prospettive di sviluppo

Riccardo Gulli<sup>a</sup>

<sup>a</sup> DA - Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, viale Risorgimento 2, Bologna, 40100, Italia

## INCIPIIT

La riflessione critica sviluppata in occasione del convegno ha riguardato l'individuazione di un orizzonte tematico della ricerca nel settore dell'Architettura Tecnica che sia rispondente alle trasformazioni oggi indotte dai processi di rinnovamento della società contemporanea. Una questione che ricomprende al suo interno la messa in luce dei tratti distintivi che connotano la disciplina, nella sua duplice condizione di luogo deputato al trasferimento del sapere e di veicolo per l'avanzamento delle conoscenze, con specifica attenzione per le dinamiche di sviluppo associate all'innovazione tecnica. Ciò induce ad indagare in prima istanza la condizione ordinamentale della disciplina nel tentativo di individuare quali siano i caratteri che mantengono un valore di permanenza nel tempo e quelli invece di nuova costituzione, ovvero che nascono come risposta aggiornata alle istanze del mondo contemporaneo.

## FATTORI DI CONTESTO

Come noto la fisionomia originaria della disciplina dell'Architettura Tecnica, al pari di tutti gli insegnamenti collocati nell'ultimo triennio dei corsi di Ingegneria Civile dei passati ordinamenti, deriva dalla sua funzione didattica e pedagogica, come materia volta a fornire informazioni, prevalentemente di ordine pratico, sui metodi e sui sistemi costruttivi. Per lungo tempo lo status del corpo docente si è caratterizzato per essere espressione di un professionismo colto e capace di trasmettere conoscenze in forma organizzata, ovvero in grado (in un contesto del lavoro ancora artigianale) di sperimentare soluzioni tecniche su specifici casi, senza però riuscire a tradurre il caso particolare a caso generale. In questo quadro grande rilevanza ha rivestito l'opera di Mandolesi che però, al di là degli indubbi meriti per il prezioso lavoro di sistematizzazione del sapere tecnico, si è manifestata come una attività votata alla catalogazione di conoscenze già consolidate, più che come corpus teorico inteso a formulare nuove chiavi interpretative. Una condizione che verrà progressivamente messa in crisi dalla riforma 382/80, quando, con la trasformazione dei ruoli universitari, si apre una nuova fase nel processo di formazione della nuove leve di ricercatori. La comprensione della necessità che l'Università divenisse luogo di produzione di conoscenza è stata però colta con notevole ritardo dal nostro settore, soprattutto per l'assenza di luoghi deputati a sviluppare procedure e metodi secondo i protocolli di validazione sperimentale. Il passaggio ad una Università basata e valutata sulla capacità di

produrre conoscenza è dunque una questione non più procrastinabile e che obbliga a porre in atto specifiche strategie per garantire la salvaguardia della riconoscibilità scientifica della disciplina nel rispetto della propria identità.

In aggiunta vi sono poi le relazioni poste con i fattori esogeni al contesto universitario e che definiscono i quadri esigenziali delle azioni di sviluppo previste dalla UE. L'Unione Europea sta infatti vivendo una importante fase di trasformazione. Da un lato la crisi finanziaria del 2008 ha messo in discussione i progressi sociali ed economici compiuti dai paesi dell'UE nell'arco degli ultimi decenni, dall'altro stanno emergendo elementi critici quali i processi di globalizzazione, di cambiamento climatico e di invecchiamento della popolazione. Ne è nata l'urgenza di attivare misure volte sia al sostegno dell'occupazione e della produttività, sia utili alla coesione sociale per assicurare lo sviluppo sostenibile dell'UE nel prossimo decennio. Queste urgenze sono state tradotte dalla Commissione Europea in atti di indirizzo politico (Europa2020) su cui far confluire le azioni prodotte dalla ricerca nei vari settori ed alimentate tramite il sostegno finanziario del programma Horizon 2020.

## **PROFILI DI COMPETENZA**

Di contro, sul fronte della trasmissione delle conoscenze, il processo di omologazione delle procedure di validazione della ricerca scientifica, centrata sulla pubblicazione di articoli con contenuti specialistici, ha progressivamente allentato i legami che connettono la teoria alla prassi, tra la produzione di nuova conoscenza e la sua traduzione all'interno della pratica professionale. La più diretta conseguenza di tale condizione, in una visione che, nel campo delle discipline tecniche, considera la didattica in primo luogo funzione della professione e solo secondariamente espressione della ricerca, è stata quella di alimentare metodi di insegnamento improntati sul trasferimento di un sapere di tipo manualistico, che per sua natura è inevitabilmente destinato, nel tempo, ad essere espressione di realtà produttive e tecnologiche già superate. Ciò è ancora più rilevante se misurato all'interno delle modalità di trasferimento del sapere progettuale che richiede necessariamente un rapporto diretto e non mediato con la pratica professionale, per evitare di limitare il proprio apporto solo a raccontare quanto fanno altri, che ovviamente non sono ricercatori ma progettisti. La negazione delle competenze maturate all'interno dell'esperienza professionale come titolo riconosciuto nelle procedure per l'abilitazione scientifica, è la più diretta conseguenza di questa divaricazione tra le funzioni didattiche e di ricerca, sancendo di fatto una uniformazione dei criteri di valutazione che limita le condizioni di specificità delle discipline, se non all'interno della più ampia divisione tra Humanities e Sciences.

Ma accettato che tale divaricazione segua le logiche oggi imposte dalla valutazione della ricerca, come primo parametro con cui si definiscono gli avanzamenti in carriera, i finanziamenti e i rapporti di forza all'interno delle strutture universitarie, l'interrogativo che ne deriva riguarda quali debbano essere i criteri che permettano di garantire la qualità dell'insegnamento nel soddisfare una delle funzioni fondamentali a cui viene ricondotta la natura di una disciplina, che è quella di una identità culturale in senso esteso ed associata al sapere tecnico nel nostro specifico caso. Perché se appare evidente che la specializzazione, come conseguenza della settorializzazione del sapere, rappresenti una espressione dell'aumento qualitativo e quantitativo delle conoscenze, le sue ricadute nella ricerca e nella formazione sono molto diverse: mentre la logica dei settori scientifici disciplinari viene messa in crisi dalla ricerca specialistica, la

settorializzazione del sapere dà invece ragione della loro sussistenza. Il senso di tale complementarità non è peraltro limitato solo al confronto tra ricerca e didattica, ma si esplica anche sul piano delle competenze professionali, qui intese come consulenze tecniche specialistiche e non generiche. In altri termini, mentre è generalmente chiaro, per un committente esterno, individuare cosa chiedere ad un Fisico Tecnico, così come ad un collega di Tecnica delle costruzioni (prove sperimentali, certificazioni, consulenze tecniche riguardo alle problematiche strutturali) o anche cosa faccia un collega di Restauro, di Composizione o di Urbanistica (riguardo alle competenze progettuali), nel caso dell'Architettura Tecnica appare spesso più difficile indicare un profilo univoco delle competenze. Peraltro, se diluite nella locuzione generica di tecnologo, prende forma anche il confronto con i colleghi di Tecnologia dell'architettura che, al di fuori delle logiche accademiche e nel rapporto con il mondo del lavoro, riflettono la medesima condizione. Se poi tale considerazione viene estesa anche in un contesto internazionale, nel tentativo di tradurre la denominazione della disciplina nell'omologa versione anglosassone, la relativa comprensione dei contenuti e dei profili di competenza tecnica e scientifica, non è certamente univoca.

## AMBITO DI INTERESSE

Tra le possibili formulazioni adottate in un contesto internazionale, quella che riflette anche un profilo di competenze sia scientifico che professionale, è Architectural Engineering, che infatti troviamo come topic dell'ERC (PE8\_16), come indirizzo di studio in numerose Università anglosassoni (UK, USA e Canada), come disciplina, (cfr. ex. [http://www.uwyo.edu/civil/faculty\\_staff/faculty/anthony-denzer](http://www.uwyo.edu/civil/faculty_staff/faculty/anthony-denzer)), come competenza professionale

Ad esempio, nel sito dell'Università del Colorado, si legge: *“Architectural engineers focus on the engineering aspects of buildings; they design the structural systems, the mechanical systems, and the lighting and electrical systems of buildings, while tackling the challenges related to managing the construction process. This makes architectural engineering an ideal profession for individuals with strong math and science skills who are interested in the built environment in general and buildings in particular. While architectural engineers work with architects, they are engineers and not architects”.*

(<http://www.colorado.edu/engineering/academics/degree/architectural-engineering>)

Oppure all'Università di Leeds (UK) dove viene detto: *“Leeds was the first university in the UK to offer architectural engineering degrees and our success has grown over 50 years. Our programme is truly interdisciplinary, designed to produce engineers who understand and can participate in the design of buildings from an architectural perspective while having a firm grounding in civil and structural engineering. Spanning the disciplines of civil engineering and architecture, the programme offers a broad curriculum. After gaining a strong understanding across civil engineering in year one, you will maintain this breadth throughout your studies, with additional specialisation in aspects specific to the requirements of architectural engineers such as architectural history, architectural theory and building services”.*

(<http://www.engineering.leeds.ac.uk/civil/undergraduate/degree-architectural-engineering>)

In merito invece al riconoscimento del profilo professionale dei laureati in Architectural Engineering negli USA, è previsto che: *“In many jurisdictions of the United States, the architectural engineer is a licensed engineering professional. Usually a graduate of an architectural engineering university program preparing students to perform whole-building design in competition with architect-engineer teams; or*

*for practice in one of structural, mechanical or electrical fields of building design, but with an appreciation of integrated architectural requirements. Formal architectural engineering education, following the engineering model of earlier disciplines, developed in the late 19th century, and became widespread in the United States by the mid-20th century. With the establishment of a specific "architectural engineering" NCEES Professional Engineering registration examination in the 1990s, and first offering in April 2003, architectural engineering became recognized as a distinct engineering discipline in the United States. Architectural engineers are not entitled to practice architecture unless they are also licensed as architects. (...) What differentiates architectural engineering as a separate and single, integrated field of study, compared to other engineering disciplines, is its multi-disciplinary engineering approach." (fonte: Wikipedia)*

Dunque, se in ambito anglosassone il termine di Architectural Engineering corrisponde ad uno specifico profilo professionale, ad un ambito di studio ed anche ad una disciplina, in Italia tale corrispondenza è ambigua per la prima categoria (professione), parziale per la seconda (essendo il corso di laurea in Ingegneria edile-Architettura inserito nella stessa classe di Architettura ma in parte autonomo sul piano della riconoscibilità del piano formativo), aderente per la terza se lo si considera la traduzione, letterale e di contenuto, della disciplina dell'Architettura Tecnica. Analogamente, sul fronte della ricerca, il topic dell'ERC - Architectural Engineering, di recente introduzione, è espressione di un ambito di studio che indubbiamente rappresenta la sfera allargata di interesse disciplinare dell'Architettura Tecnica.

## **ORIZZONTE TEMATICO**

Seguendo questa linea, ovvero che una delle caratteristiche proprie della disciplina sia quella di luogo di sintesi dei saperi tecnici e che i profili di competenza riguardano in prima istanza l'attitudine al problem solving (sia nella capacità di coordinare i processi che nella formulazione di soluzioni progettuali), i contenuti dovrebbero riguardare: le problematiche relative alle sollecitazioni di diversa natura sui componenti tecnologici delle costruzioni e dei comportamenti che ne conseguono; le valutazioni di affidabilità, comfort, sicurezza e durabilità delle tecniche; i metodi e gli strumenti per la progettazione tecnologica e la realizzazione del sistema costruttivo; la sperimentazione e l'innovazione delle tecniche per la realizzazione dell'impianto costruttivo; le indagini storiche sul costruire, nonché le verifiche di sicurezza e soluzioni tecniche d'intervento applicabili all'edilizia storica, ai fini del recupero e della salvaguardia del patrimonio costruito. In altri termini il dominio di pertinenza della disciplina comprende le teorie rivolte alla concezione costruttiva dell'edificio ed al suo rapporto con l'ideazione architettonica, nonché le tecniche per la realizzazione e il dimensionamento dell'impianto costruttivo e delle sue parti costitutive (opere murarie, complementari e di finitura) ai fini del soddisfacimento dei requisiti delle nuove costruzioni ed alla cura del patrimonio costruito.

In questo quadro si iscrive anche l'esigenza di alimentare le ragioni dell'innovazione all'interno del dominio di interesse della disciplina e che comprenda una risposta aggiornata ai bisogni della società contemporanea, tra cui:

- la sostenibilità economica. Il contesto oggi chiede tecniche a basso costo, la riduzione dell'impatto della mano d'opera, la temporalità e la rapidità dei processi;



- il benessere dell'individuo. La qualità della costruzione è oggi sempre più misurata in funzione delle condizioni psico-fisiche dell'individuo in termini di salvaguardia della salubrità, della sicurezza e della funzionalità dei luoghi dell'abitare;
- l'intelligenza delle cose. Il contesto sociale oggi chiede una maggiore intelligenza ai luoghi dell'abitare ed alle costruzioni, la capacità di adattarsi alle istanze ambientali, ai mutamenti climatici, la capacità di garantire sicurezza.

Queste sono alcune delle parole chiave presenti in Horizon 2020, codifica operativa di Europa 2020, il manifesto che cerca di tracciare il quadro della società europea al 2020 e che è improntato su alcuni obiettivi primari, quali: contenere il cambiamento climatico; orientarsi alla sostenibilità ed alle energie rinnovabili nei diversi ambiti (costruzione, trasporti, rifiuti . . . ecc.); favorire lo sviluppo di smart cities e smart communities; supportare l'invecchiamento della popolazione anche attraverso le tecnologie per gli ambienti di vita (Horizon 2020). Sul piano nazionale (Horizon 2020 Italia) a queste necessità si sovrappone, come necessità sociale, anche quella relativa alla salvaguardia ed alla promozione del patrimonio culturale, come strumento di crescita economica.

# La conoscenza per il recupero. Il caso delle architetture ecclesiastiche

Antonella Guida<sup>a</sup>, Antonello Pagliuca<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Università degli Studi della Basilicata - Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM), via Lazzazera, Matera, 75100, Italia

---

## Abstract

L'intervento di conservazione di un edificio storico, qualunque sia il suo valore architettonico e/o artistico è, in generale, tanto più appropriato quanto più profonda è la conoscenza della fabbrica. L'obiettivo dello studio è di riconsiderare la definizione della possibilità di intervento sul patrimonio costruito progettando interventi di recupero come un sistema in cui le variabili tecniche e tecnologiche non si pongano in un contrasto dicotomico tra loro, ma in un rapporto dialettico nell'ambito di uno stesso processo progettuale.

---

## 1. INTRODUZIONE

Il problema del consolidamento e del restauro degli edifici monumentali si presenta fortemente articolato sia per la eterogeneità tipologica sia per la complessità strutturale [1] e tecnologica del patrimonio architettonico esistente e, talvolta, per la limitata disponibilità di mezzi adeguati – anche economici – per la loro salvaguardia. Assunto, infatti, il monumento come espressione di appartenenza ad un determinato luogo [2], ci si pone il problema di come intervenire su di esso per preservarlo dall'azione del degrado. Infatti, tanto il recupero, quanto la conservazione del patrimonio monumentale [3] presentano oggi aspetti variegati e talvolta addirittura allarmanti, che contribuiscono a identificare quelle che comunemente sono dette le "emergenze architettoniche". Fondamentale, diventa, quindi, la conoscenza della fabbrica, delle vicende storiche e costruttive che hanno interessato la struttura durante la costruzione e la vita stessa dell'opera. Nella fase preliminare di acquisizione dei dati, infatti, la ricognizione diretta delle caratteristiche e delle condizioni del manufatto ed il rilievo delle alterazioni riscontrate, vanno sempre accompagnate dalla ricerca della documentazione storica (bibliografica e/o archivistica) [4]; la sintesi "critica" tra questi due momenti essenziali del processo conoscitivo (conoscenza diretta e analisi storica), costituisce la condicio sine qua non è possibile progettare un intervento di restauro "congruente", un intervento, cioè, capace di sintetizzare il dicotomico rapporto tra le istanze tecniche e filologiche della conservazione.

## 2. STATO DELL'ARTE

Gli interventi sul costruito (specie per gli edifici di natura monumentale) devono essere preceduti da una fase preliminare di conoscenza, perché solo andando oltre l'apparenza per penetrare nella struttura più interna e nascosta di un'opera architettonica si può essere

---

\* Corresponding author. Tel.: +39 338 2275578; e-mail: antonello.pagliuca@libero.it

in grado di orientare le azioni volte alla sua conservazione o recupero. Esistono, infatti, un numero vastissimo di metodologie di analisi, che agevolano molte procedure del processo di conoscenza e ci forniscono una gran mole di dati di diversa natura, dalle fonti archivistiche e/o storiografiche (fonti indirette) a quelle in situ, fino alle analisi di laboratorio per la caratterizzazione dei materiali (fonti dirette). La conoscenza, quindi, diviene lo strumento privilegiato per la definizione delle scelte progettuali; infatti, oltre la funzione culturale per l'accrescimento della conoscenza delle vicende storiche, sociali e costruttive della fabbrica, essa fornisce un utile metodo di lettura "critica" dell'architettura. Tale metodo si basa sulla indagine di tipo storico-artistico, sulla lettura stratigrafica e storiografica dell'architettura e sull'analisi del processo (naturale o artificiale) di invecchiamento della fabbrica, consentendo una più completa lettura tecnica, tecnologia, costruttiva e dei materiali che la caratterizzano. Questa considerazione parte da un assunto fondamentale secondo cui l'architettura stessa è portatrice di valori propri da conservare, da trasmettere, da salvaguardare e, quindi, da recuperare. Questo processo conoscitivo, dunque, costituisce un momento fondamentale per le scelte progettuali che dovranno essere "compatibili" [5] con la realtà costruttiva della fabbrica, cioè, non si devono limitare a descrivere semplicemente un'attitudine, ma devono esprimere un giudizio di valore sia sul rapporto che gli interventi sulle costruzioni stabiliscono con l'architettura, sia sulle caratteristiche intrinseche (riferibili agli aspetti funzionali, architettonico-formali, materici e statico-costruttivi) proprie degli interventi stessi. In quest'ottica gli archivi dell'architettura costituiscono una enorme risorsa per la definizione delle scelte progettuali e per la conoscenza non solo dell'architettura sulla quale si interviene, ma del contesto sociale, culturale e ambientale della fabbrica e che fa di essa un simbolo della "cultura materiale" della porzione di territorio nel quale sorge. Infatti, lo studio conoscitivo finalizzato al progetto di recupero consente di caratterizzare tanto i materiali della costruzione quanto le tecnologie costruttive usate nella realizzazione del manufatto, consentendo di evidenziare le peculiarità di ciascun fabbricato, superando la logica della conoscenza "seriale" (spesso fortemente lacunosa e/o superficiale) e evidenziando la unicità e singolarità di ogni singola fabbrica: in questo modo la conoscenza diventa strumento di progettazione consapevole della conservazione.

### **3. METODOLOGIA**

L'obiettivo dello studio è dimostrare che accanto alle fonti documentali, essenziali - come già detto - per la ricostruzione delle vicende storiche che hanno interessato un monumento, occorre valutare tutte quelle informazioni di cui il monumento stesso è portatore: la conoscenza della tecnica muraria come elemento propedeutico alla conservazione; la conoscenza delle tecniche costruttive come strumento di comprensione del costruito, la conservazione delle tecniche come mantenimento della identità culturale, elementi non sempre desumibili (o attendibili) dalle fonti indirette. In tale ottica è necessario definire un approccio metodologico per l'individuazione di regole interpretative ed attuative attraverso la comparazione analitica delle informazioni rinvenienti dalle fonti dirette e da quelle indirette; occorre, in altre parole, comparare le informazioni direttamente desumibili dall'analisi "critica" del manufatto, attraverso il ricorso al metodo "analogico comparativo" per la valutazione della provenienza dei materiali e per l'analisi dei sistemi costruttivi tradizionali, con quelle derivanti dall'uso del "metodo diretto", attraverso analisi visive in situ e prove in laboratorio.

Infatti, l'innovazione tecnologica consente di mettere a punto tecniche di indagine sulla conoscenza dello stato patologico di un

edificio molto avanzate; esse sono in grado di fornire indicazioni sulle principali caratteristiche dei materiali e sui sistemi tecnologici e/o costruttivi dell'organismo architettonico indagato permettendo, quindi, la stesura di un quadro diagnostico reale e dettagliato. Le tecniche utilizzate (distruttive o non) per ottenere un quadro conoscitivo e quindi patologico completo sono numerose. La casistica relativa alla loro applicabilità, invece, pur essendo abbastanza ampia e documentata, risulta essere ancora abbastanza eterogenea e non ancora sistematicamente organizzata.

È opportuno, quindi, evidenziare che - accanto alla già descritta fase conoscitiva indiretta - molte di queste tecniche potrebbero essere usate in maniera incrociata, consentendo, così, di ricavare dati che siano qualitativamente e quantitativamente corretti ed estensibili all'intero manufatto architettonico; un tale approccio è utile sia per la conoscenza e la classificazione degli eventi (patologici e non) che hanno interessato l'edificio.

#### 4. CASO STUDIO

L'approccio metodologico sopra descritto è stato testato su diversi casi studio, tutti appartenenti alla tipologia delle architetture ecclesiastiche di valenza storica; in particolare - e solo a titolo esemplificativo - di seguito si riporta il caso del Santuario "Mater Domini" in Laterza (Italy). Il piccolo ipogeo [6] (nucleo originario dell'attuale Santuario), all'indomani degli accadimenti della primavera del 1650 (presunte apparizioni mariane), non fu più sufficiente ad accogliere tutti i devoti che si recavano in visita alla Madonna anche dalle zone limitrofe, dopo che la notizia di prodigiose guarigioni si era diffusa celermente nel circondario, sicché nel 1736 si mise mano alla edificazione della nuova chiesa, terminata - "in un'unica risoluzione" [7] (come riportato letteralmente dalle fonti storiche) - nel 1753 e consacrata nel maggio del 1850. La nuova fabbrica di forme barocche, eretta accanto alla chiesa ipogea, è costituita da un edificio ad unica navata nella quale si affacciano quattro altari allocati nei profondi archi ricavati fra i pilastri, rafforzati all'esterno dai corrispondenti contrafforti [8]. La facciata, suddivisa in due ordini separati da cornici marcapiano e raccordati all'estremità da due elementi a volute mistilinee chiuse da pinnacoli, è verticalmente tripartita a simulare il medesimo numero di navate interne ed è chiusa da un timpano voltato a botte; sull'unico portone d'ingresso vi è un timpano ad arco spezzato sorretto da due metope [9]. La chiesa, attualmente aperta al culto, ha una lunghezza di circa 25,00 m ed una altezza di circa 15 m in corrispondenza dell'unica navata (la cui chiusura orizzontale è costituita da una volta a botte con lunette laterali riccamente decorate); essa termina con un catino absidale della stessa altezza della volta della navata centrale. L'aula centrale è arricchita, inoltre, dalla presenza di quattro piccole nicchie con altari e altre due dalle quali si accede alla sacrestia e alla cripta.

La chiesa è realizzata con una muratura portante in pietra locale (anche detta "tufo") regolarmente tessuta, proveniente dalla vicina cava di Montescaglioso (MT), classificabile come bio-calcarenite appartenente alla formazione geologica delle "Calcareni di Gravina" (analisi macroscopiche e allo stereo-microscopio effettuate nel gennaio 2015). Si tratta di bio-calcareni di colore variabile dal bianco al giallo chiaro, talora tendente al bruno chiaro per ossidazione superficiale, costituite da un aggregato di frammenti angolosi di natura calcarea. In particolare, le rocce sono composte essenzialmente da granuli di calcare compatto e frammenti di fossili marini. La granulometria varia mediamente da arenacea media (0.3-0.06 mm) ad arenacea medio grossolana (0.5-2.0 mm). Il grado di coesione,



Figura 1 Prospetto esterno e vista dell'aula liturgica

la porosità e la quantità di cemento variano leggermente, talora anche all'interno dello stesso campione. L'arte costruttiva tradizionale ha permesso l'articolazione di diverse misure dei conci in parallelepipedi lapidei i cui giunti di malta, come ragionevolmente si conviene tra pietre squadrate, non sono più spessi di pochi millimetri. A differenza del muro di pietra grezza, in cui le irregolarità delle scaglie lapidee lasciano tra pietra e pietra spazi vuoti che devono essere colmati con malta, l'opus quadratum in uso presenta sulla superficie del muro i blocchi così accuratamente accostati che solo un piccolissimo spessore di malta è interposto tra una giacitura e l'altra; gli eventuali spazi interni tra le due pelli della muratura sono normalmente riempiti con scaglie di buona malta, ricostituendo così il monolitismo trascurato, o con materiale incoerente, lasciando inalterato il difetto di resistenza intrinseco alla tessitura. La chiusura di copertura, invece, si presenta con una doppia struttura voltata: dalla parte interna vi è una volta a botte in pietra con intradosso decorato e all'estradosso un massetto cementizio. La struttura esterna, invece, si presenta con una copertura a falde inclinate rivestite da coppi.



Figura 2 Analisi della tessitura muraria

Tra queste due strutture, pur indipendenti tra loro, vi è un sottotetto, vuoto e difficilmente accessibile. In fase preliminare, è stata effettuata anche una analisi dello strato superficiale per la caratterizzare del materiale lapideo evidenziandone i rapporti stratigrafici, la definizione della struttura e della composizione di massima di ciascuna stesura, la documentazione di eventuali strati di alterazione,

tracce di coloriture e depositi di particellato.

In particolare, le analisi (analisi microstratigrafiche su preparato allestito in sezione lucida trasversale e test microchimici, effettuate nel gennaio 2015) hanno evidenziato la successione stratigrafica, partendo dal supporto lapideo consistente in: 1) Lembi della pietra di supporto, "Calcarenite di Gravina"; 2) Strato biancastro dovuto all'applicazione di latte di calce poco diluito in acqua – Scialbo; 3) Lacunosa coloritura di tonalità bianco freddo dovuta all'applicazione con due stesure contestuali di una tinta alla calce, caricata con fine carbonato di calcio e pigmentata con un raro pigmento nero di granulometria molto fine; 3), 4), 5) e 6) strati ulteriori di scialbi che potrebbero essere stati applicati nel corso di 4 diversi interventi di manutenzione e 7) strato di finitura biancastro, di tonalità fredda, dovuto alla applicazione di una tinta alla calce caricata con fine carbonato di calcio e pigmentata con un raro pigmento nero di granulometria molto fine (forse grafite). Durante i recenti lavori di restauro conservativo della fabbrica, si sono potute osservare anche parti di muratura in cui, a causa del degrado, la finitura superficiale era scomparsa; ciò ha consentito di portare alla luce l'elemento lapideo del supporto murario.



Figura 3 Foto sottotetto, particolare della struttura con le "bubbole" e tessitura dei contrafforti

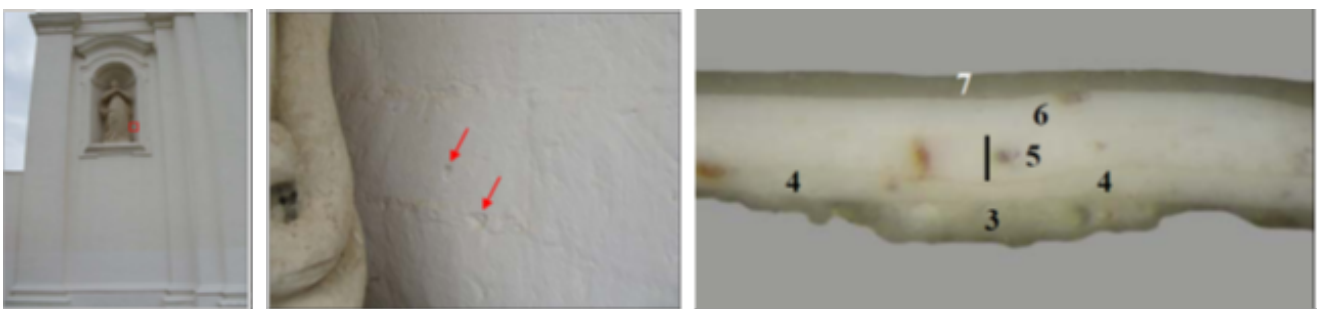


Figura 4 Analisi microscopica dei campioni stratigrafici

Si è potuto, quindi, osservare e leggere la tessitura muraria (prima non facilmente visibile) e osservare le differenze nella impostazione dell'apparecchiatura muraria, segno evidente delle varie edizioni costruttive; in particolare, questa differenza è stata riscontrata nella parte sommitale dell'intero corpo di fabbrica e nei contrafforti. A questa considerazione si aggiunge la particolare conformazione della fabbrica che presenta, come già detto, tra la copertura della navata centrale ed il piano delle tegole, uno spazio interstiziale, arcuato, realizzato con un sistema costruttivo differente, con elementi in laterizio alleggeriti (chiamati nella tradizione locale "bubbole") disposti anch'essi a forma di arco. Tale sistema costruttivo è stato uno degli espedienti adottati dai costruttori per alleggerire il peso proprio delle volte. Francesco Di Giorgio Martini scriveva che gli "antichi" per diminuire i carichi sui muri di sostegno usavano costruire le volte

con dei vasi vuoti in terracotta [10]. Tale sistema costruttivo si è diffuso nell'area geografica murgiana a partire solo dalla prima metà del XIX secolo (sono, infatti, documentati esempi di costruzioni analoghe nell'area materana a partire dal 1820). Questa considerazione temporale, unita alla lettura della tessitura muraria dei contrafforti (di cui sopra), hanno imposto certamente una ulteriore verifica su quanto la storiografia locale testimoniava e documentava come elemento storicamente certo, vale a dire la costruzione della fabbrica ("in un'unica risoluzione") nel 1753, data la evidente presenza di sistemi tecnologici e costruttivi appartenenti ad un periodo successivo (bubbole). La prova scientifica che quanto riportato dalle fonti storiografiche fosse non corretto, è stata ottenuta mediante la prova di termoluminescenza per datare le bubbole che costituiscono la struttura di copertura. Infatti, la datazione assoluta di un corpo ceramico (terracotta, laterizio, ecc.) è possibile sfruttando il fenomeno della termoluminescenza, un particolare caso di fosforescenza [11]. La termoluminescenza è l'emissione luminosa, registrabile con strumentazione opportuna, che si osserva durante il riscaldamento di un materiale isolante o semiconduttore precedentemente irraggiato con radiazioni ionizzanti.



Figura 5 Termoluminescenza: campioni analizzati

La materia prima impiegata per la realizzazione dei corpi ceramici, denominata comunemente argilla, contiene dei minerali capaci di intrappolare nella loro struttura cristallina degli elettroni fino ad un livello di equilibrio. Gli elettroni vengono prodotti dal decadimento radioattivo di alcuni elementi contenuti nei minerali. Quando l'argilla viene plasmata e poi cotta ad una temperatura superiore ai 600 °C tutti gli elettroni (o cariche) intrappolati all'interno del materiale vengono rilasciati. Pertanto, un manufatto appena cotto non presenta il fenomeno della termoluminescenza perché è privo di elettroni intrappolati. Nel corso del tempo il materiale ceramico [12], interagendo con la radioattività ambientale, riacquista gradualmente degli elettroni seguendo leggi di tipo fisico (l'accumulo di cariche aumenta con l'età della ceramica). Pertanto, conoscendo queste leggi e misurando la quantità di elettroni intrappolata si può risalire al momento in cui è iniziato l'accumulo degli elettroni stessi, momento che corrisponde alla fine della cottura del manufatto. La quantità di cariche presenti si misura sfruttando il fenomeno della termoluminescenza con una particolare strumentazione che consente il riscaldamento graduale del materiale e la contemporanea misura della sua emissione luminosa. Il risultato è dato da un grafico che mette in relazione la dose assorbita (energia media per unità di massa) con la temperatura. Le analisi di datazione assoluta mediante questa analisi si eseguono su materiale proveniente da contesti noti perché occorre conoscere la radioattività dell'ambiente di conservazione dei materiali stessi [13]. Tuttavia ricorrendo ad un prelievo di materiale di poche decine di milligrammi è possibile

verificare l'autenticità di una ceramica o la compatibilità di una datazione proposta per un corpo ceramico, in relazione a dati di tipo stilistico, storico - archeologico o storico architettonico. Conoscendo la termoluminescenza accumulata dal campione prelevato dal reperto, si può verificare la compatibilità con la termoluminescenza attesa da un oggetto della stessa età e della stessa provenienza geografica (autenticazione). Dai calcoli eseguiti la dose totale assorbita dal corpo ceramico dopo la cottura, le caratteristiche termoluminescenti del campione sono risultate compatibili con quelle di corpi ceramici della stessa provenienza geografica realizzati tra la fine del XVIII secolo e tutta la prima metà del XIX secolo.

## 5. CONCLUSIONI

Nonostante la storiografia locale avesse da sempre raccontato che la fabbrica del santuario fosse stata costruita in una unica risoluzione nel 1753, si è potuto dimostrare, invece, attraverso una attenta analisi della fabbrica stessa e delle sue caratteristiche tecnologiche e materiche, che il Santuario molto probabilmente ha subito una trasformazione significativa, consistita nell'innalzamento dell'intero corpo di fabbrica e nella realizzazione dello spazio interstiziale per la posa del manto di copertura, probabilmente in occasione della consacrazione della chiesa nel 1850. È fondamentale l'apporto della conoscenza documentale ed archivistica, ma altrettanto essenziale è l'analisi diretta e lo studio dell'architettura in situ per la definizione di un intervento rispettoso dei caratteri propri della fabbrica sulla quale si interviene. Una considerazione ulteriore è quella di una indispensabile conoscenza delle tecniche costruttive tradizionali per poter collocare coerentemente un'architettura monumentale tra luogo, storia, forma e dimensione.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Cigni G., Il consolidamento murario – tecniche d'intervento, Edizioni Kappa, Roma, 1978.
- [2] Carbonara G., Trattato di restauro architettonico, UTET, vol. I-II-III-IV-V, Torino, 1978.
- [3] Binda L., Metodi statici di stima della capacità portante di strutture murarie, in "Comportamento statico e sismico delle strutture murarie", Roma, 1982.
- [4] Pagliuca A., Giacobelli D., La Chiesa del Pio Monte dei Morti. Storia, Recupero e Adeguamento Liturgico, prefazione di Paolo Rocchi, edito da CUES, Salerno, 2013.
- [5] Pagliuca A. Compatibilità, in ANANKE 72, maggio 2014, p. 45-46, ISSN: 1129-8219.
- [6] Tamborrino P., Cripte eremitiche e tradizione bizantina in territorio di Laterza (Taranto), Matera, 2003.
- [7] Bongermio R., Storia di Laterza. Gli eventi, l'arte, la natura, Galatina, 1993.
- [8] Carrera F., Pascale M., La Mater Domini e Laterza, Castellaneta, 1987 [] Panebianco A., L'automa e lo spirito: azioni individuali, istituzioni, imprese collettive., ed. Il Mulino, 2009.
- [9] AA.VV., Santuario Mater Domini Laterza (TA) - Storia Arte Culto, Laterza, 2001.
- [10] Rutigliano G., Le bolle nella costruzione delle volte, in COSTRUIRE IN LATERIZIO 50-51/1996.
- [11] Faccio P. [et alii], Potenzialità applicative dell'analisi stratigrafica. Ricostruzione di una possibile storia meccanica di un edificio storico, in "Archeologia dell'Architettura", Vol. II, Roma, 1997.
- [12] Brogiolo G.P. [et alii], Archeologia dell'Architettura. Metodi e interpretazioni, Firenze, 2012.
- [13] Martini M. [et alii], Elementi di archeometria – Metodi fisici per i beni culturali, EGEA S.p.A. – Milano II, Ed. 2007.

NOTE DEGLI AUTORI: Questo lavoro di ricerca è stato condotto congiuntamente ma, per scopi editoriali, i paragrafi 2 e 3 sono attribuiti a Guida A., il paragrafo 4 a Pagliuca A. ed infine i paragrafi 1 e 5 a Guida A. e Pagliuca A.