

Associazione  
Italiana  
Esperti  
Scientifici  
Beni Culturali

## IX CONVEGNO INTERNAZIONALE

**AIES** diagnosis for the conservation and  
valorization of cultural heritage

Atti del Convegno - Napoli 13-14 dicembre 2018

CERVINO EDIZIONI



# IX CONVEGNO INTERNAZIONALE

## Diagnosis for the Conservation and Valorization of Cultural Heritage

Napoli, 13-14 dicembre 2018

### ATTI DEL CONVEGNO

*a cura di*

**Luigi Campanella, Ciro Piccioli,  
Anna Rendina, Valeria Romanelli**



Associazione Italiana Esperti Scientifici



**CERVINO EDIZIONI**

**Atti del IX Convegno Internazionale**  
**Diagnosis for the Conservation and Valorization of Cultural Heritage**  
MANN - Museo Archeologico Nazionale di Napoli  
13-14 dicembre 2018

a cura di

**AIES - Associazione Italiana Esperti Scientifici Beni Culturali**

*Il presidente* **Ciro Piccioli**

*Responsabile generale delle attività culturali* **Anna Rendina**

*Responsabile delle attività di Fundraising* **Valeria Romanelli**

**Polo Museale Sapienza**

*Il presidente* **Luigi Campanella**

Progetto e realizzazione grafica: *Maria Fece*

Stampa: **Press Up**

ISBN 978 88 95609 42 3

**CERVINO EDIZIONI**

[www.cervinoedizioni.com](http://www.cervinoedizioni.com)

[cervino.edizionidarte@gmail.com](mailto:cervino.edizionidarte@gmail.com)

La riproduzione totale o parziale di questo volume, con qualsiasi mezzo  
è vietata senza l'approvazione dell'Editore e degli autori.

*Tutti i diritti riservati*

© 2018 Cervino Edizioni

© AIES Associazione Italiana Esperti Scientifici

© Autori dei testi

## **Comitato Scientifico**

Luigi Campanella - Università di Roma, Angelo Montenero - Università di Parma, Giovanni Predieri - Università di Parma, Federica Fernandez - Università di Palermo, Bruno Bisceglia - Università di Salerno, Bruno Billeci - Università di Sassari DADU di Alghero, Caterina Gattuso - Università della Calabria, Luciano D'Alessio - Università della Basilicata, Ciro Piccioli - AIES Beni Culturali, Antonio Scognamiglio - Soprintendenza Archeologica di Napoli e Pompei, Ulderico Sicilia - Risviel srl, Guido Driussi - Arcadia Ricerche, Giovanna Bortolaso - AIES Beni Culturali, Roberto Bugini - CNR ICVBC Gino Bozza, Luisa Folli AIES Beni Culturali, Laura Cinquegrana - AIES Beni Culturali.

## **Istituzioni rappresentate**

Ales S.p.A. | ArTES Restauro e Servizi per l'Arte | Associazione Culturale Percorsi Napoletani | Certosa e Museo Nazionale di San Martino - Napoli | CNR Istituto Conservazione e Valorizzazione Beni Culturali - Milano | Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali (ICVBC) | INFN - Roma Tre, Surface Analysis Laboratory | Ispettorato MiBAC per la tutela e la vigilanza dei Beni Architettonici delle province di Caserta e Benevento | Istemi s.a.s. | Istituto per l'Arte e il Restauro srl | Leonardo Solutions srl - Domodry srl | MiBAC – Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro | Museo Archeologico di Bisaccia | Museo Archeologico Nazionale di Napoli | Palazzo Spinelli Group | Revamp - Art Restoration Services in Malta | R&R Consulting | SABAP Salerno-Avellino | Scuola di Roma Fundraising.it | Segretariato Regionale MiBAC per la Campania | SOS Archivi per la Difesa del Patrimonio Archivistico | Scuola di Alta formazione – Opificio delle Pietre Dure | Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Matematica | Università degli Studi della Basilicata, Dipartimento di Scienze | Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Dipartimento di Ingegneria Industriale - Dipartimento di Architettura e Disegno | Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra | Università degli Studi di Napoli Federico II, D.I.C.E.A. | Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Ingegneria Civile - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e Matematica Applicata | Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria Civile | Università di Milano | Università di Sassari, Dipartimento di Architettura, Design, Urbanistica – Alghero, Laboratory Analysis and Conservation of Cultural Heritage (LACHE) | Università Iuav di Venezia, Dipartimento di Architettura Costruzione Conservazione.

## **Autori**

Serena Bellotti, Riccardo Bersezio, Bruno Billeci, Bruno Bisceglia, Carolina Botti, Roberto Bugini, Mario Buono, Eduardo Caliano, Noemi Calore, Sonia Capece, Graziella Carotenuto, Roberto Castelluccio, Laura Cinquegrana, Silvia Cocurullo, Rosamaria Codispoti, Massimo Coen Cagli, Alessandro Comunian, Claudia Conti, Sofia Cristiano, Cesare Crova, Luciano D'Alessio, Giorgio Danesi, Emilio De Cesare, Sabato Gianmarco De Cicco, Laura Dello Ioio, Rossella Del Regno, Alessia De Santis, Maria Dessì, Stefano Esposito, Rosangela Faieta, Giampiero Galasso, Carlo Galliano Lalli, Marilicia Longobardi, Luca Antonio Gatt, Caterina Gattuso, Philomène Gattuso, Giovanna Giugliano, Elena Gravina, Paolo Guerrini, Michele Guida, Alice Hansen, Lorena Jannelli, Luana Lanza, Elena Laudante, Alessandra Lauria, Sandra Lucente, Celeste Lombardi, Simona Mancini, Nicolino Messuti, Serena Metozzi, Francesco Miraglia, Imma Molino, Mona Johanna Nanchen, Carmine Napoli, Renato Olivito, Silvia Pacifico, Teresa Peluso, Alice Plutino, Saverio Porzio, Federica Ribera, Alessandro Rizzi, Valeria Romanelli, Michele Rossetto, Francesca Russo, Antonio Scognamiglio, Piero Scognamiglio, Carmelo Scuro, Luca Tortora, Maria Utili, Veronica Vitiello, Isabella Zamboni.

*Con il patrocinio di*



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI



Salone  
dell'Arte  
e del Restauro  
di Firenze  
Biennale Internazionale Musei, Arte  
Restauro e Tecnologia

*Evento realizzato con la collaborazione di*



A.I.E.S.  
BENICULTURALI

Associazione Italiana Esperti Scientifici



museo  
archeologico  
nazionale  
di napoli



POLO  
MUSEALE  
SAPIENZA



*Questa iniziativa fa parte di*



2018  
ANNO EUROPEO  
DEL PATRIMONIO  
CULTURALE  
#EuropeForCulture

*“Il nostro Patrimonio:  
dove il passato incontra il futuro”*

*Partner e Sponsor*



istemi  
diagnostica, controlli e monitoraggio  
per l'ingegneria, l'edilizia ed i Beni Culturali

HMI Spin-Off  
Pavia University  
High Materials Innovation



DOMODRY  
MURI ASCIUTTI PER SEMPRE



LEONARDO  
SOLUTIONS



CNT®  
Charge Neutralization Technology  
Tecnologie a Neutralizzazione di Carica



gruppo  
elci



LABORATORIO DEL RESTAURO SRL



CERVINO EDIZIONI

# > Summary / Sommario

- pag. 11 **Prefazione**  
*Luigi Campanella, Ciro Piccioli, Anna Rendina, Valeria Romanelli*
- pag. 13 > **DIAGNOSIS / DIAGNOSI**
- pag. 14 **Moisture in the historical walls. Numeric simulation and innovative applications**  
*Rossella Del Regno, Simona Mancini, Bruno Bisceglia, Michele Guida, Federica Ribera*
- pag. 27 **Methods and technologies of robotics for cultural heritage**  
*Mario Buono, Elena Laudante*
- pag. 35 **Heritage 4.0. Cultural sites the integrated system C.N.T. for rising damp diagnosis - recovery - monitoring**  
*Roberto Castelluccio, Veronica Vitiello, Michele Rossetto*
- pag. 44 **The restoration of the “Basilica Minore di Maria SS. Incaldana” in Mondragone scientific results**  
*Francesco Miraglia*
- pag. 53 **The Collegiate Church of Cropani (KR) - Italy: protect cultural identity preserving the historical-architectural heritage with its structural rehabilitation**  
*Reanto Olivito, Saverio Porzio, Carmelo Scuro, Rosamaria Codispoti*
- pag. 66 **Ricciulli Palace in Rogliano (CS): seismic analysis and rehabilitation**  
*Reanto Olivito, Carmelo Scuro, Rosamaria Codispoti, Saverio Porzio*
- pag. 77 **Diagnostic contributions for restoration: study of mortars and plasters of the zoological station Anton Dohrn**  
*Eduardo Caliano, Nicolino Messuti, Carmine Napoli, Rosangela Faieta*
- pag. 87 > **CONSERVATION / CONSERVAZIONE**
- pag. 88 **No-balanced consolidations: propensity to damage due the structural restorations**  
*Bruno Billeci, Maria Dessì*
- pag. 100 **Certosa di San Martino (Naples). The pavement of the church: materials, restoration, conservation**  
*Roberto Bugini, Silvia Cocurullo, Imma Molino*

- pag. 107 **Museum of psychiatry and psychology: conservation, adaptation and valorisation of the Real House of the Crazy in Aversa**  
*Luana Lanza, Sofia Cristiano*
- pag. 121 **The funerals of the bombing of Piazza della Loggia in Brescia: an example of rescue of an historical and amatorial document**  
*Alice Plutino, Serena Bellotti, Celeste Lombardi,  
Paolo Guerrini, Alessandro Rizzi*
- pag. 139 > **VALORIZATION / VALORIZZAZIONE**
- pag. 140 **CHNet: the network for cultural heritage of National Institut for Nuclear Physics (INFN)**  
*Luca Tortora*
- pag. 142 **Art Bonus: a strategic tool for fundraising in the cultural sector**  
*Carolina Botti, Massimo Coen Cagli, Lorena Jannelli, Valeria Romanelli,  
Francesca Russo, Maria Utili*
- pag. 157 **The cultural masterplan: a planning opportunity very common in USA for the optimization of vertical subsidiarity**  
*Alessia De Santis*
- pag. 170 **Forme dinamiche per conoscere tesori invisibili**  
*Sandra Lucente, Luciano D'Alessio*
- pag. 179 **Petrographic itineraries of the neapolitan architecture (III): the first half of 19th century**  
*Roberto Bugini, Laura Cinquegrana*
- pag. 185 **Da Borgo a Borgo**  
*Graziella Carotenuto*
- pag. 195 **Una nuova visione della tutela e della valorizzazione del patrimonio culturale: il museo diffuso**  
*Cesare Crova*
- pag. 203 **Warner Bros e i riferimenti all'arte viaggio attraverso alcuni episodi**  
*Stefano Esposito*
- pag. 208 **Il piano diagnostico come mezzo per valorizzare**  
*Caterina Gattuso, Philomène Gattuso, Alessandra Lauria*

- pag. 215 **Communication and interaction models for the cultural heritage**  
*Sonia Capece, Giovanna Giugliano*
- pag. 227 **Realtà aumentata e Beni culturali: il caso ART-Glass**  
*Antonio Scognamiglio, Piero Scognamiglio,  
Emilio De Cesare, Sabato Gianmarco De Cicco*
- pag. 236 **Intangible heritage: from cult of isis to a new fragrance  
(La Rosa Pompeiana). An interdisciplinary project**  
*Marilicia Longobardi*
- pag. 244 **Il museo di Carife: un progetto per la valorizzazione di reperti  
archeologici di un insediamento sannitico**  
*Silvia Pacifico, Giampiero Galasso, Elena Gravina,  
Alice Hansen, Serena Metozzi, Teresa Peluso*
- pag. 255 **> BEST THESIS AWARD 2018 / PREMIO MIGLIOR TESI 2018**
- pag. 256 **Expeditious stratigraphic techniques for seismic vulnerability assessment  
of historical masonry aggregates. Case study: Civita di Bagnoregio (VT)**  
*Isabella Zamboni*
- pag. 271 **The basilica of San Marco: gold and concrete. Ferdinando Forlati and  
the dialectic between surface and support in the basilica of  
San Marco's conservation building site in Venice**  
*Giorgio Danesi*
- pag. 280 **Study and restoration of a "yellow stola coffin" held in the  
National Archeological Museum of Naples**  
*Laura Dello Iorio*
- pag. 303 **Conservation treatments of painted plasters: evaluation of ammonium  
oxalate diffusion by high resolution ATR and geostatistical analysis**  
*Noemi Calore, Claudia Conti, Alessandro Comunian, Riccardo Bersezio*
- pag. 313 **> CULTURAL HERITAGE COMPANIES / AZIENDE PER LA CULTURA**
- pag. 314 **Le imprese che operano nell'ambito del Patrimonio culturale**  
*Valeria Romanelli, Anna Rendina*
- pag. 315 **LEONARDO SOLUTIONS - DOMODRY**
- pag. 316 **ELCI Impianti**
- pag. 317 **CERVINO EDIZIONI**

*La parola Cultura  
mi appare gigantesca,  
enorme, degna di non essere  
scomodata di continuo.*

Giangiaco Feltrinelli



## Prefazione

Il convegno internazionale “Diagnosi, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale”, giunto quest’anno alla nona edizione, si presenta ricco di innovazioni e novità positive che AIES vuole sottoporre all’attenzione della Comunità Scientifica. L’intera rete di soggetti che orbita intorno a questa associazione sviluppa e discute, dal 2009, proposte sulla Valorizzazione complessa del patrimonio culturale che diviene, anno dopo anno, un aspetto sempre più importante per il Paese e punto di forza per l’economia italiana che rappresenta nel complesso 16,6% del PIL pari a 255,5 miliardi di euro (come evidenziato nel Rapporto di Fondazione Symbola e Unioncamere “Io sono cultura” 2017).

I cambiamenti che negli ultimi anni hanno interessato l’aspetto organizzativo del patrimonio culturale hanno portato ad una Governance che si presenta adesso più snella ed aperta alla creatività dei portatori di interesse in campo culturale. Questa nuova dimensione amministrativa consente numerose sinergie tra pubblico e privato con il chiaro intento di dare concretezza ai risultati della ricerca che vengono dalla comunità accademica e che, negli anni, sono stati ampiamente documentata negli atti dei convegni di AIES, che sono liberamente consultabili sul sito [www.diagnosisculturalheritage.com](http://www.diagnosisculturalheritage.com).

Come per l’ottava edizione, anche quest’anno il convegno è ospitato del Museo Archeologico Nazionale di Napoli, con cui AIES ha sottoscritto un protocollo d’intesa volto a collaborare, in sussidiarietà, all’attuazione del progetto strategico del Museo soprattutto per gli aspetti che sono strettamente legati alla valorizzazione.

Scopo di questo convegno è quello di porsi come mezzo di comunicazione dei risultati e delle esperienze originali prodotti dal sistema della Ricerca nel settore culturale e, in quest’ottica, AIES ha articolato le sessioni di lavoro per illustrare progetti, scopi e servizi di organismi di ricerca e di aziende private che possono essere utili per la Valorizzazione (intesa come insieme complesso di azioni che vanno dalla diagnosi al restauro, alle più moderne tecniche di conservazione e a soluzioni innovative di fruizione sempre più vissute come esperienza sensoriale, psicologica e sociale) del patrimonio culturale nazionale, ricercando le necessarie sinergie inter istituzionali per ottimizzare gli investimenti ed aprirsi verso nuovi potenziali.

La formula che muove la valorizzazione del patrimonio culturale e che rappresenta il vero *core* di AIES, è l’interdisciplinarietà. In tutte le edizioni del convegno, dal 2009 ad oggi, AIES si è sempre posta come obiettivo quello di raccogliere il meglio che la ricerca e l’innovation field hanno da offrire anno dopo anno per la Valorizzazione. L’incontro dei vari stakeholders del settore culturale consente, a chi partecipa, di accrescere le proprie conoscenze e competenze professionali in una prospettiva di condivisione di esperienze che hanno come scopo ultimo quello di favorire l’incontro tra il mondo della ricerca, le imprese ed i professionisti operanti nel campo, ed infine, il terzo settore.

Gli esperti scientifici, portatori di conoscenze accademiche e professionalità acquisite negli anni, sono un solido punto di riferimento per lo studio e lo sviluppo di nuove tecniche e innovazioni che favoriscono l’incontro tra i poli accademici e gli operatori di settore riducendo i tempi di applicazione dei risultati della ricerca e dell’innovazione; le imprese

di settore sono i potenziali fruitori dei risultati provenienti dal mondo accademico e con la loro esperienza ed i servizi/prodotti utili per la valorizzazione trovano ampio dialogo con i professionisti che parteciperanno all'iniziativa; il terzo settore, infine, occupa nel panorama nazionale una fetta sempre più consistente nel campo della sensibilizzazione alla partecipazione attiva dei cittadini alla valorizzazione del patrimonio culturale italiano. I lavori posti all'attenzione del Comitato Scientifico per la IX edizione del Convegno sono stati articolati per tematica secondo il seguente schema:

- **SESSIONE DIAGNOSI:** anno dopo anno la diagnostica continua ad essere un pilastro di questo convegno, portando agli Atti esperienze di ricerca sempre varie ed innovative, presentate non già come mera ricerca di laboratorio ma come casi reali di applicazione su siti culturali;
- **SESSIONE CONSERVAZIONE:** raccoglie l'innovazione della ricerca scientifica e mostra i risultati delle più moderne tecniche di conservazione anche in casi cosiddetti "di nicchia" che in questo contesto diventano case studies replicabili su vasta scala;
- **SESSIONE VALORIZZAZIONE:** è forse la sessione più varia di questo nono convegno e comprende al suo interno lavori dedicati principalmente alla fruizione dei beni culturali, intesa esperienza culturale a 360°. Al suo interno vi è il sottogruppo "**RETI PER LA VALORIZZAZIONE**" che si lega in maniera imprescindibile alla visione integrata dei siti culturali come pilastri socio-economici dei territori in cui insistono.
- **SESSIONE PREMIO MIGLIOR TESI DI DOTTORATO E DI LAUREA MAGISTRALE:** per il secondo anno AIES ha deciso di dare spazio alle esperienze di studio di quanti si affacciano al mondo lavorativo con originalità e professionalità.

Anche quest'anno nel rispetto dell'unità tematica delle diverse sessioni, vengono al loro interno proposte comunicazioni orali e comunicazioni poster sulla base delle necessità dettate dal tempo e dagli autori. In particolare, i lavori inseriti nella sessione poster sono presentati come trasmissione continua degli stessi in formato digitale per permettere a tutti i partecipanti al convegno di poterne in qualsiasi momento prendere visione.

In conclusione anche quest'anno AIES è felice ed orgogliosa di potere offrire ai presenti il testo pubblicato degli Atti, nella convinzione che, pure nell'era della digitalizzazione, le versioni cartacee delle pubblicazioni scientifiche facilitino la trasmissione delle conoscenze e la partecipazione, indispensabili per creare all'interno della Società Civile e Scientifica una massa critica che faccia sistema, specialmente quando – come nel nostro caso – si tratta di lavori di alto profilo scientifico che possono dare un contributo certo allo sviluppo ed alla valorizzazione del settore culturale italiano ed internazionale.

*Luigi Campanella  
Ciro Piccioli  
Anna Rendina  
Valeria Romanelli*

- > **Diagnosis**
- > Conservation
- > Valorization
- > Best Thesis Award 2018
- > Cultural Heritage Companies

- > **Diagnosi**
- > Conservazione
- > Valorizzazione
- > Premio Miglior Tesi 2018
- > Aziende per la Cultura

# HERITAGE 4.0. CULTURAL SITES

## THE INTEGRATED SYSTEM C.N.T. FOR RISING DAMP

### DIAGNOSIS – RECOVERY - MONITORING

Roberto Castelluccio\* > roberto.castelluccio@unina.it,  
+39 0817685993  
Veronica Vitiello\*\*  
Michele Rossetto\*\*\*

\*Ricercatore, Università degli Studi di Napoli Federico II  
\*\*PhD student D.I.C.E.A., Università degli  
Studi di Napoli Federico II  
\*\*\*Direttore Tecnico gruppo Leonardo Solutions srl,  
Domodry srl

**Key words >**  
rising damp  
diagnosis  
monitoring  
building recovery  
healthiness  
cultural heritage

**Abstract >** Cultural heritage in the broadest sense is with no doubts one of the strategic sectors for national economic development, especially for Southern Italy. The valorization aimed at the use of museums and archaeological sites, integrated into a systematic territorial array, capable to design the world's largest cultural circuit, is the great challenge of the 21st century.

In this context it is really important for the museum environments, and more generally for the entire historical building heritage, to be healthy.

The pathology that most affects the environmental parameters, the conservation and mechanical and energetic characteristics of the historical masonries, is certainly capillary rising damp.

The penetration of water flows inside the capillary system of porous materials and the consequent effects related to the formation of mold, salt deposits and detachment of plasters, often decorated, determines a factor of high vulnerability as well as environmental unhealthiness. Therefore it is necessary to guarantee an efficient restoration of the walls that can be maintained and regulated over time in consideration of the changing environmental conditions and the variation of the quantity of water, also in relation to the characteristics of the materials and the surface finishes.

A steady scientific and technical approach establishes the need of preparing an accurate investigation plan through which make a correct diagnosis about the type of humidity and plan then an appropriate recovery intervention: traditionally identified among the mechanical, chemical, electrical and evaporative methods.

In the Cultural Heritage sector the choice is generally reduced to electrical systems which, more than any other, guarantee the least degree of invasiveness and in some cases (decorated or covered surfaces) are the only possible choice. In this area, technological innovation has developed the C.N.T. system which, overcoming the limits of traditional electrical methods, entrusts the effectiveness of the restoration to the emission of an electromagnetic wave that, transmitted through the air, directly affects the electrical behaviour of the water. The technology, by reversing the traditional me-

thodological approach, frees the transmission of the wave from the masonry material and sets the goal to counteract the phenomenon of ascent, thus eliminating the cause of the pathology.

The innovation of the system has caught the attention of many national and international research centers which, besides verifying the effectiveness of the C.N.T., contributed to developing an advanced system that approaches with a scientific method to the problem of humidity in historical sites. The availability of the Industrial Partner to the comparison of ideas and to accept the technological challenge, allowed to develop a special sensor that, through the continuous monitoring of the variabilities of masonries and environment, succeeds in optimizing the recovery intervention and can also be modulated in terms of management of the evaporative flows and therefore drying speed of the walls.

This paper illustrates the methodological bases for the design of a recovery intervention using Integrated Charge Neutralization Technology inside a system of environmental sensors which, through continuous and remote connection, allow the development of the monitoring of the parameters influencing the phenomena of ascent and evaporation and therefore to calibrate over time the performance of the intervention according to the expected results. Finally, there will be shown applications in progress in the sector of Museum Cultural Heritage through which the performance of C.N.T. has been verified.

## **Introduzione**

### **L'umidità: patologia per l'organismo umano ed edilizio**

La Direzione generale della prevenzione sanitaria del Ministero della Salute individua tra i problemi più dannosi per il comfort abitativo e per la salute umana la presenza di acqua nelle murature. Tale fenomeno comporta la diminuzione del comfort termico, il degrado del materiale e la comparsa di funghi microscopici presenti in ambienti con umidità in eccesso e scarsa ventilazione: le muffe. [1]

Studi sperimentali condotti in campo medico hanno dimostrato la stretta relazione tra l'esposizione alle muffe e l'insorgere di patologie dell'organismo umano legate alle funzioni respiratorie. Analogamente studi condotti nel settore delle costruzioni hanno determinato che la presenza di umidità nelle murature provoca la nascita di diverse patologie dell'organismo edilizio legate: al degrado del materiale, all'interazione chimica tra l'acqua e le pietre con formazione di efflorescenze saline e muffe, alla cristallizzazione dei sali disciolti in acqua a seguito dell'evaporazione, con conseguente formazione di tensioni interne che portano a fessurazioni e polverizzazione del materiale. Hanno inoltre reso evidente che l'umidità compromette notevolmente le caratteristiche dei pannelli murari. Le campagne di indagine condotte in laboratorio dagli studiosi dell'Università del Sannio e dell'Università di Napoli Federico II [2], hanno dimostrato che le caratteristiche meccaniche di un materiale lapideo variano in funzione del contenuto umido, con una forte riduzione della resistenza a compressione all'aumentare del grado di saturazione.

Le prove, eseguite su sette diverse tipologie di tufo e su provini di malta appositamente confezionati, hanno registrato un abbassamento delle prestazioni meccaniche finanche

del 40% (Fig.1). Anche le sperimentazioni eseguite nell'ambito di altre ricerche sui mattoni di laterizio, materiale lapideo artificiale alla base di molte culture costruttive tradizionali, hanno evidenziato le alterazioni delle prestazioni meccaniche in presenza di umidità. Al fine di quantificare la variazione della resistenza a compressione e del Modulo di Young alcuni studiosi dell'Università di Bologna [3] hanno sottoposto a prova elementi singoli e intere apparecchiature murarie in condizioni asciutte e bagnate, confezionate sia con malta a base di calce sia con malta cementizia. I risultati dedotti hanno ancora una volta registrato un abbassamento della resistenza a compressione dei mattoni in condizioni sature. (Fig.2).

L'ingresso di acqua all'interno delle murature costituisce un rischio non solo per la portanza statica delle strutture ma anche per l'abbassamento del grado di isolamento termico dell'involucro edilizio con perdita delle condizioni di comfort interno. Perché ciò avvenga sono sufficienti quantità di umidità ben minori di quelle necessarie a incidere in maniera significativa sulle resistenze meccaniche. L'acqua, buon conduttore di calore, a contatto con i materiali costruttivi è attratta a penetrarne la struttura porosa sotto l'azione di forze di diversa natura, occupando i vuoti in luogo dell'aria che conferiva al materiale una maggiore inerzia termica.

Tale condizione causa da un lato un maggior dispendio energetico dovuto all'instaurarsi di flussi di calore in corrispondenza della "parete fredda", dall'altro la difficoltà di conoscere le reali prestazioni dell'involucro e progettare correttamente i sistemi impiantistici e tecnologici di efficientamento.

L'analisi energetica di edifici esistenti eseguita da alcuni studiosi della University of Salford del Regno Unito ha infatti rilevato una forte discrepanza tra i dati forniti dalle modellazioni e i dati prelevati in situ. In taluni casi la differenza tra i valori di progetto e quelli registrati direttamente da sensori, definita come *prediction gap*, ha superato il 18% a causa dell'estrema variabilità dei parametri di permeabilità all'aria dell'involucro edilizio e di umidità interna al paramento, oltre che ambientale, tra le due condizioni. [4]

Si può quindi a ragione considerare l'umidità come una patologia dannosa sia per l'organismo edilizio sia per l'organismo umano. Pertanto, al fine di determinare correttamente quali metodi di risanamento adottare per l'eliminazione del problema è necessaria, come in campo medico, un'accurata fase di diagnosi relativa alla natura della patologia e alle condizioni a contorno legate all'ambiente di riferimento in cui il fenomeno si origina.

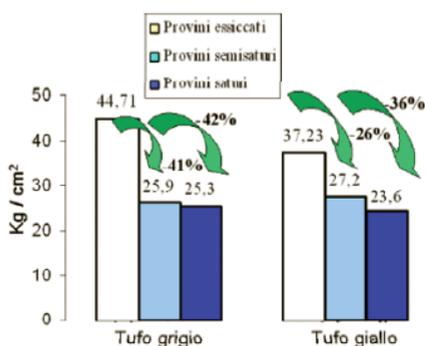


Fig. 1 – Esempi di resistenza a compressione in funzione del grado di saturazione [2]

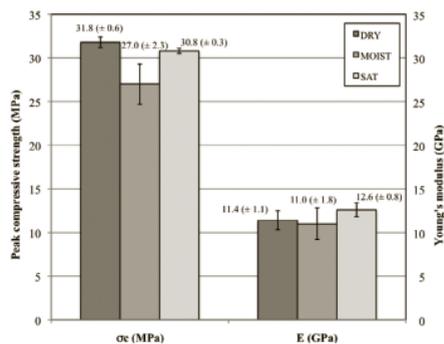


Fig. 2 – Risultati dei test meccanici su murature in condizioni asciutte, umide e sature [3]

## Diagnosi del tipo di umidità

La diagnosi edilizia si sviluppa secondo fasi successive che mirano ad acquisire un buon livello di conoscenza del fabbricato e delle condizioni ambientali che incidono sul suo “stato di malattia”. Ad una prima fase di raccolta di informazioni generali relative all’epoca di costruzione, alla destinazione d’uso, alle tipologie e qualità dei materiali, alla presenza di impianti, segue un approfondimento circa la caratterizzazione termo-igrometrica ambientale e del contenuto idrico delle murature da realizzare mediante prove invasive (prelievi e saggi locali) e non invasive (termografia, misura della resistenza elettrica e misura diretta con igrometro).

Sulla scorta dei dati desunti dalle prime due fasi e dall’osservazione della distribuzione delle aree umide si possono individuare le cause del fenomeno e distinguere diversi tipi di umidità: da risalita capillare, da condensazione, da pioggia battente, da infiltrazioni localizzate o determinata dalla presenza di più di una delle precedenti condizioni. (Fig.3)

Solo a valle di tali indagini è possibile determinare l’intervento o gli interventi da eseguire per eliminare le cause che producono la patologia e risanare le murature riportandole ad un valore di umidità prossima a quella fisiologica dei materiali.

La patologia certamente più presente negli edifici storici in muratura portante afferisce ai fenomeni di umidità da risalita capillare, che si originano per effetto dell’assorbimento di acqua dai terreni di fondazione. Il contenuto umido migra all’interno dei pori capillari delle murature raggiungendo un’altezza massima di risalita di circa 1,5-2m a seconda delle forze di natura fisica, chimica ed elettromagnetica che entrano in gioco. [5] Per effetto di una differenza di pressione e temperatura tra il paramento murario e l’ambiente esterno si instaura una naturale evaporazione che consente all’acqua di abbandonare la struttura capillare dei materiali lapidei lasciando all’interno i depositi salini in essa contenuti, causando la formazione dei fenomeni di degrado e decadimento degli strati superficiali.

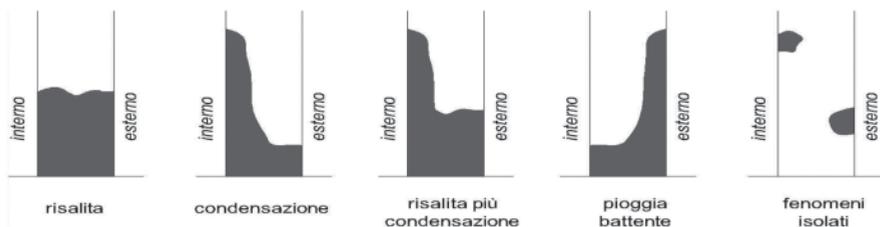


Fig. 3 – Distribuzione delle concentrazioni di contenuto umido

## Parametri che influenzano la risalita capillare

La risalita di acqua all’interno delle murature dipende, come già descritto, dalle caratteristiche dei materiali lapidei e dei giunti di malta, in termini di porosità e permeabilità, oltre che da forze di diversa natura che regolano il movimento dei flussi tra le pareti dei pori capillari.

Vi sono poi ulteriori parametri che influenzano il fenomeno, legati all’interazione tra le murature e gli ambienti in cui sono inseriti gli edifici. Gli studi dei ricercatori Christopher Hall e William D. Hoff, ad esempio, hanno dimostrato che il fenomeno della risalita è il risultato di un equilibrio tra la quantità di acqua assorbita dal terreno di fondazione  $U$  e la quantità di acqua che evapora attraverso la superficie libera  $E$  in funzione dello spessore murario  $b$ . (Fig. 4)

In tale ottica, quindi, la componente evaporativa conferisce sia un apporto positivo allo smaltimento del contenuto umido, sia un apporto negativo per il “richiamo” di altra acqua dalla fondazione. Ad ogni modo la migrazione per evaporazione dei flussi umidi verso l'esterno non è omogenea e dipende da fattori legati all'edificio, in termini di destinazione d'uso e grado di affollamento, alle soluzioni tecnologiche delle parti opache e trasparenti dell'involucro, e al rapporto con il sito, in relazione all'esposizione e ventilazione oltre che orientamento nel lotto, alla vicinanza con altre costruzioni e alle caratteristiche climatiche. Una corretta diagnosi e conoscenza dello stato dei luoghi è fondamentale per comprendere il contributo che ognuno di questi fattori può conferire al processo di risanamento e per indirizzare la progettazione dell'intervento o degli interventi più idonei per il caso specifico.

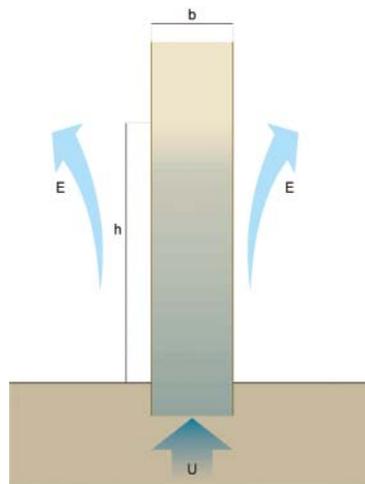


Fig. 4 – Rappresentazione schematica del processo di risalita - evaporazione

### **Determinazione dell'intervento di risanamento**

Gli interventi di risanamento tradizionalmente utilizzati per contrastare la risalita capillare possono essere di tipo meccanico, chimico, evaporativo ed elettrico.

Le applicazioni di tali metodi hanno evidenziato la loro capacità di agire unicamente sulla manifestazione degli effetti di degrado e di risultare invece assolutamente inefficaci ad agire sulla causa del fenomeno di risalita. [6]

Nessuno di essi, inoltre, possiede i requisiti necessari per essere riconosciuto come intervento di restauro e consentirne l'applicazione nell'ambito dei Beni Culturali:

gli interventi meccanici con introduzione di barriere fisiche o taglio delle murature alla base, oltre a determinare condizioni di vulnerabilità per gli edifici in zona sismica, sono certamente non reversibili e piuttosto invasivi;

analoga considerazione può essere espressa per gli interventi chimici nei quali, inoltre, potrebbero sorgere problemi di incompatibilità tra i composti iniettati per formare le barriere alla risalita e la natura dei materiali lapidei e delle malte;

gli interventi evaporativi, con sostituzione delle finiture con materiali macroporosi, appaiono certamente invasivi e poco applicabili nei casi di superfici affrescate o di mosaici;

infine gli interventi elettrici, come l'elettro-osmosi attiva, passiva o l'elettro-osmosi forsi, prevedendo l'installazione di un campo elettrico continuo lungo tutti gli elementi di fabbrica da risanare, risultano fortemente invasivi e scarsamente applicabili nel contesto di architetture complesse ovvero con elementi di fabbrica isolati (colonne ed archi).

Tuttavia i metodi elettrici appaiono in questa disamina tra gli interventi che maggiormente agiscono sulla causa del fenomeno: l'attivazione della risalita di acqua. Partendo da questa considerazione la ricerca scientifica portata avanti dall'azienda Leonardo Solutions srl, è pervenuta alla definizione di una più moderna Tecnologia a Neutralizzazione di Carica o Charge Neutralization Technology CNT che, come i metodi precedenti, agisce sul movimento dell'acqua all'interno delle murature ma in innovazione rispetto al metodo classico, propone un intervento assolutamente non invasivo che prescinde dal materiale e dalla tecnologia costruttiva. (Fig. 5)

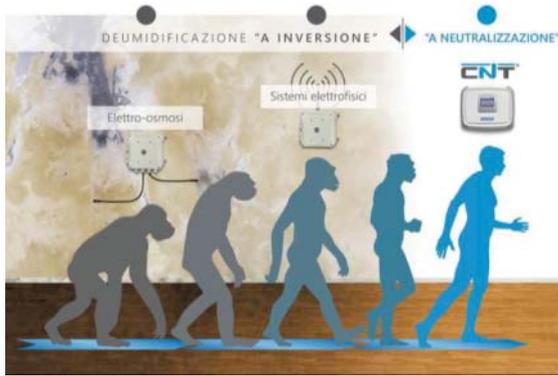


Fig. 5 – Evoluzione dei metodi elettrici

organismo umano, la tecnologia riesce a neutralizzare le molecole d'acqua, annullando la forza di attrazione con i conci murari e quindi arrestando la risalita. L'acqua contenuta in eccesso viene smaltita per naturale evaporazione completando il risanamento della muratura.

### Basi metodologiche dell'intervento

L'interpretazione dell'andamento del processo di deumidificazione delle murature mediante applicazione della CNT, e la sua gestione nel tempo, tengono conto della variazione in corso d'opera dei parametri dell'edificio.

L'applicazione della Tecnologia, mediante installazione di dispositivi a neutralizzazione di carica CNT, è accompagnata infatti dall'installazione di sensori in grado di monitorare in tempo reale sia le variazioni dei valori esterni di temperatura e umidità ambientale, mediante sonde Ur-T, sia le variazioni del contenuto di acqua interno allo spessore murario mediante sonde non invasive IDROSCAN. (Fig.6)

Il collegamento remoto dei sensori alla centrale operativa della Leonardo Solutions consente di correggere l'interpretazione dei dati rilevati e di individuare eventuali modifiche o anomalie durante il funzionamento: attraverso la verifica delle ore di funzionamento registrate dalla CNT, ad esempio, è possibile comprendere se vi siano stati periodi più o meno lunghi di interruzione del processo mentre la variazione dei dati delle sonde Ur-T possono fornire informazioni in merito all'attivazione, anche per brevi periodi, di impianti di climatizzazione.

I dati registrati dalle sonde IDROSCAN, infine, consentono di disegnare curve di andamento del processo di risanamento utili sia alla gestione della tecnologia, ad esempio per rallentare un'asciugatura troppo veloce su superfici delicate, sia alla previsione dei tempi di completamento dell'intervento. (Fig. 7)

Ad integrazione del sistema di sensori risultano estremamente utili tutti gli strumenti di indagine

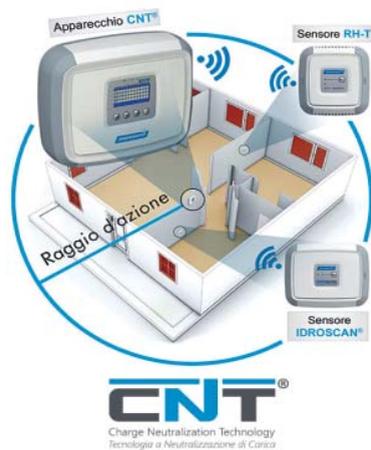


Fig. 6 – Sistema integrato di sensori

La CNT si fonda sull'assunto che il movimento dell'acqua all'interno delle murature sia generato da debolissime forze attrattive di natura elettrostatica che le pareti dei pori capillari dei materiali lapidei esercitano sul dipolo d'acqua. Pertanto, attraverso l'introduzione di campi elettromagnetici generati da dispositivi appositamente brevettati Domodry, che possono raggiungere un raggio sferico di azione fino a 15m con intensità assolutamente irrilevante per l'or-

non invasiva che consentono di valutare l'andamento dell'intervento in corso d'opera, anche in maniera qualitativa. Un utile strumento di indagine in tal senso, è rappresentato dalla termografia, che consente di apprezzare con buona approssimazione la variazione delle temperature superficiali dei paramenti murari e quindi del contenuto umido.

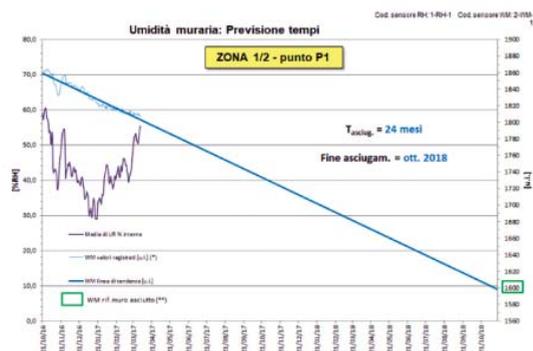


Fig. 7 – Esempio curva di previsione dei tempi di asciugatura

### Casi applicativi

La Tecnologia è stata sperimentata con ottimi risultati nell'ambito di numerosissime installazioni in edifici pubblici e privati, in Italia e all'Estero, alcune delle quali sono inserite in progetti di ricerca che il D.I.C.E.A. (Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale) dell'Università degli studi di Napoli "Federico II" e il partner industriale Leonardo Solutions hanno avviato da un lato con il C.I.T.T.A.M. della "Federico II" (Centro Interdipartimentale di ricerca per lo studio delle Tecniche Tradizionali dell'Area Mediterranea), dall'altro con le Università di Ferrara, Padova, Salento e con il Politecnico di Torino.

Tra le sperimentazioni condotte in seno a questi progetti di ricerca si citano i casi del Museo Ferroviario di Pietrarsa, in San Giovanni a Teduccio (NA) e della Basilica di San Giovanni Maggiori nel cuore del centro storico di Napoli.

Per il Museo Ferroviario erano stati rilevate in fase di diagnosi condizioni ambientali estremamente sfavorevoli per l'attivazione dei flussi evaporativi, a causa della presenza di coperture traslucide che limitavano la ventilazione e favorivano la formazione dell'effetto serra, oltre alla diretta vicinanza del mare.

Analogamente complesse erano risultate le condizioni per il risanamento delle murature della Cripta della Basilica di S. Giovanni Maggiore, soggette a fenomeni di risalita capillare combinati ad azioni di contropinta esercitate dai riempimenti laterali (Fig. 8)



Fig. 8 – Museo Ferroviario di Pietrarsa



Fig. 8 – Cripta della Basilica di S. Giovanni Maggiore



Fig. 9 – Cuartel del Conde Duque



Fig. 9 – E.T.S. de Minas y Energia



Fig. 9 – Basilica di Pompei

La comparazione tra i due studi ha messo in evidenza la grande influenza esercitata dalle condizioni ambientali sulla componente evaporativa che, insieme all'azione della CNT, completa l'intervento di risanamento. [7] Tale considerazione è divenuta un parametro selettivo per individuare ulteriori edifici storici nei quali sperimentare la tecnologia. Pertanto, nell'ambito del progetto di Dottorato industriale finanziato dal M.I.U.R. al D.I.C.E.A. della Federico II, in partenariato con la Leonardo Solutions srl e l'Università Politecnica di Madrid, si è deciso di approfondire il funzionamento dei sensori del sistema CNT, con particolare riferimento alla sperimentazione delle sonde IDROSCAN, per valutare l'andamento del processo di risanamento nello spessore profondo delle murature, tenendo conto delle condizioni ambientali dei siti, differenti per tipologia, destinazione d'uso, condizioni di esercizio e di inserimento nel lotto. Applicando tali indicatori sono stati selezionati due edifici del Patrimonio Storico della città di Madrid, il Cuartel del Conde Duque e la sede della Escuela Tecnica Superior de Minas y Energia, e la Basilica Pontificia di Pompei, presso cui sono state avviate le sperimentazioni che saranno monitorate nel corso del prossimo anno. (Fig.9)

## Conclusioni

Gli studi effettuati, unitamente alle osservazioni formulate sulla base delle risultanze delle sperimentazioni condotte, hanno evidenziato l'importanza del raggiungimento di un buon livello di conoscenza dei siti in cui si inseriscono gli edifici affetti da fenomeni di risalita capillare.

Una corretta diagnosi iniziale fornisce i dati necessari a determinare le cause della patologia e scegliere il corretto metodo di risanamento. Analogamente la diagnosi in corso d'opera del processo di deumidificazione risulta fondamentale per interpretare l'andamento dell'intervento e, qualora necessario, per modularlo in termini di gestione dei dispositivi a neutralizzazione di carica, ovvero di modifica delle condizioni a contorno mediante inserimento di sistemi di ventilazione o introduzione di materiali che favoriscano l'espulsione per evaporazione dell'umidità residua nelle murature.

## References

1. <http://www.salute.gov.it>
2. R. Ceroni, M. Pece, G. Manfredi, G. Marcari, S. Voto, *Analisi e caratterizzazione meccanica di murature di tufo*. 15° Congresso C.T.E., Bari 2004
3. E. Franzoni, C. Gentilini, G. Graziani, S. Bandini, *Compressive behaviour of brick masonry triplets in wet and dry conditions*. Construction and Building Materials, 2015
4. A. Marshall, R. Fittonb, W. Swanb, D. Farmerc, D. Johnstone, M. Benjaberb, Y. Ji, *Domestic building fabric performance: Closing the gap between their situ measured and modelled performance*, Energy and Buildings, 2017
5. C. Hall, W.D. Hoff. *Rising damp: capillary rise dynamics in walls*. Proceedings of the royal society, 2010
6. R. Castelluccio, V. Vitiello. *Deleting of rising damp in the archaeological site of Piazza Armerina through the application of the technology by neutralizing electrical charge T.N.C. World Heritage and Degradation*, Le Vie dei Mercanti - XIV Forum Internazionale di Studi, Capri 2016
7. R. Castelluccio, V. Vitiello, M. Infante. *The charge neutralization technology: diagnosis and performance efficacy*, Colloqui.A.T.e, Cagliari 2018
8. Torres, V. Peixoto de Freitas, *The influence of the thickness of the walls and their properties on the treatment of rising damp in historic buildings*. Construction and Building Materials, 2010
9. R. Castelluccio, V. Vitiello. *Performance analysis of method T.N.C. on masonries in tuff affected by capillary rising damp*, Colloqui.A.T.e, Matera 2016.
10. R. Castelluccio, M. Rossetto. *Rising Damp in Historical Buildings: Restoration using the Charge Neutralization Technology CNT Domodry®*. SMC – Water and Construction, vol. 2, 2015
11. R. Castelluccio, *Interventi con intonaci da risanamento su murature in tufo giallo napoletano affette da umidità da risalita capillare*. La sperimentazione in laboratorio. Luciano Editore, Napoli, 2013
12. R. Castelluccio, *I fenomeni di umidità sulle murature in tufo giallo napoletano – La risalita capillare, gli interventi con intonaci da risanamento*. Luciano Editore, Napoli 2013
13. M. Rossetto, *Il sistema elettrofisico a neutralizzazione di carica Domodry® per la deumidificazione e il controllo dell'umidità nelle murature. Principio di funzionamento e casi applicativi*. Servizio Opere Inedite, Roma, 2012
14. G. Roche, *La Termografia per l'edilizia e l'industria. Manuale operativo per le verifiche termografiche*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2012
15. R. Walker, S. Pavia, M. Dalton, *Measurement of moisture content in solid brick walls using timber dowel*. Materials and structures, July 2015.
16. F.D.I. Gordejuela, *Expansión por la humedad de los productos cerámicos españoles: revision de la normativa*. Congreso Nacional de Tecnología en la Arquitectura, 1994

- > Diagnosis
- > Conservation
- > Valorization
- > Best Thesis Award 2018
- > **Cultural Heritage Companies**

- > Diagnosi
- > Conservazione
- > Valorizzazione
- > Premio Miglior Tesi 2018
- > **Aziende per la Cultura**

## Le imprese che operano nell'ambito del patrimonio culturale

AIES è l'Associazione Italiana Esperti Scientifici, ovvero un'associazione di persone che hanno in comune di poter essere conclamatamente considerati esperti scientifici nel comparto afferente al patrimonio culturale. Nata come un'organizzazione non profit composta prevalentemente da esperti di materie strettamente scientifiche, chimica, fisica, matematica, nel tempo ha esteso la sua compagine associativa accogliendo esperti in altri campi come ad esempio quelli del management o del fundraising per i beni culturali, occupandosi dunque di valorizzazione del patrimonio culturale, intesa come insieme complesso di operazioni ed azioni atte a tutelare e promuovere il nostro patrimonio culturale, dalla ricerca di base nei campi del restauro, della diagnosi, della conservazione si arriva fino alle più moderne tecniche di fruizione, di comunicazione e di coinvolgimento dei pubblici nella mission culturale.

Ma AIES non è di fatti solo un'associazione di persone con una vision comune ma, ci piace definirla, come una rete neuronale e materiale di tutti quei soggetti che, a vario titolo, gravitano nel mondo delle istituzioni culturali e delle imprese culturali. La produzione scientifica, che da sempre è uno degli obiettivi strategici di AIES e che si concretizza anche nella realizzazione del convegno "Diagnosi, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale", di fatti resterebbe fine a se stessa se non avesse modo di incontrare il mondo dell'impresa che diventa attuatore e reale sperimentatore di quanto prodotto nelle accademie e negli istituti di ricerca.

In questo senso abbiamo da sempre cercato di favorire l'incontro tra l'università e l'impresa ma anche, più di recente, l'incontro con il settore non profit che sempre più spesso si occupa di patrimonio culturale. La convinzione che essere il nodo di una rete coincide con la responsabilità di favorire l'incontro con gli altri membri della stessa rete (o anche di reti affini) ci ha portato ad arricchire gli Atti di questo IX convegno con una sezione dedicata alle aziende, dove queste possano presentarsi e raccontare i servizi offerti nel settore specifico della tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale. Quindi non solo in apertura avete avuto modo di conoscere le aziende della famiglia AIES attraverso il loro logo ma in questa sezione potrete, per le aziende che ne hanno fatto richiesta, conoscere qualcosa in più della loro offerta caratteristica a servizio del patrimonio culturale. Questa sezione, come tutte le cose nascenti, è ancora poco nutrita (sebbene le due aziende di cui leggerete sono di respiro nazionale ed internazionale) ma siamo certi che nel tempo crescerà e dunque ancora di più questi nostri Atti saranno un libro da conservare e consultare ogni volta che ci si approccherà a qualche problematica riguardante il patrimonio culturale.

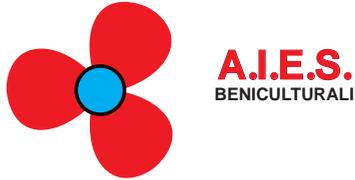
*Valeria Romanelli  
Anna Rendina*

Corso Sempione, 215/b - 20025 Legano (MI)  
tel. +39 0331 454845 / fax. +39 0331 1986803  
[www.leonardosolutions.it](http://www.leonardosolutions.it) / [www.domodry.it](http://www.domodry.it)



Il Gruppo LEONARDO SOLUTIONS - DOMODRY opera nel settore specialistico della deumidificazione e risanamento edilizio, ambito in cui si è distinto per aver creato, nel 2009, l'innovativo Sistema CNT® Domodry® (alias: TNC® Domodry®) per la deumidificazione e il controllo dell'umidità muraria di risalita, brevettato a livello italiano ed europeo. La CNT® (Charge Neutralization Technology), tecnologia a neutralizzazione di carica, è stata ideata **per superare e migliorare l'efficacia dei vari sistemi elettrofisici** "ad inversione di polarità" già in uso, ancor oggi presenti sul mercato, ma ormai obsoleti. La realizzazione della CNT®, basata su un principio totalmente nuovo, è stata possibile grazie ad **importanti scoperte scientifiche** in campo nano-tecnologico, fatte nei primi anni 2000 da Università ed Enti di ricerca internazionali. Ciò che differenzia la CNT® da qualsiasi altro sistema elettrofisico è il suo **originale principio di funzionamento**: anziché agire per inversione di polarità della muratura, la CNT® **neutralizza**, al contatto acqua-muratura, la capacità delle molecole d'acqua di polarizzarsi, facendo in modo che rimangano globalmente neutre (ovvero non polarizzate). Di conseguenza, l'acqua non può più essere attratta per differenza di carica da parte dei capillari della muratura: **la risalita viene quindi interrotta alla radice**. Per tale motivo, la CNT® rappresenta oggi **l'unico sistema** in grado di garantire la totale eliminazione dell'umidità muraria di risalita capillare **nel 100% dei casi e illimitatamente nel tempo**, come dimostra la banca dati di oltre 3.500 impianti installati con pieno successo in tutta Italia dal 2009 ad oggi. Grande è l'interesse del mondo scientifico per la tecnologia CNT®: al fine di mettere in rete e condividere, in tutto il mondo accademico, le conoscenze sui risultati della CNT®, nel 2016 è stato avviato il **Progetto di ricerca inter-universitario "CNT-Apps"**, con capofila le Università di Ferrara, Lecce, Napoli, Padova e Torino. Inoltre, nel 2017 il progetto congiunto del Politecnico di Madrid e dell'Università Federico II di Napoli ha ottenuto un finanziamento europeo per uno specifico **Dottorato di ricerca sulla CNT®**. Anche da parte delle Istituzioni, la CNT® viene oggi considerata **la più importante innovazione** per la risoluzione definitiva dell'umidità di risalita nell'edilizia non soltanto storica. Inoltre, il Gruppo LEONARDO SOLUTIONS – DOMODRY è partner industriale dei Centri di Competenza ad Alta Specializzazione recentemente istituiti dal MISE per promuovere, attraverso il Piano **"INDUSTRIA 4.0"**, la valorizzazione e il rilancio dei settori chiave della nostra economia mediante le nuove tecnologie. I riconoscimenti conferiti al Sistema CNT® da parte delle più importanti Università e Istituzioni, il grado di apprezzamento conquistato tra i tecnici e professionisti di settore (Edilizia e Beni Culturali), qualificano oggi il Gruppo LEONARDO SOLUTIONS - DOMODRY quale **leader italiano della deumidificazione muraria**.

**AIES - Associazione Italiana  
Esperti Scientifici Beni Culturali**



Associazione Italiana Esperti Scientifici

**[www.diagnosiculturalheritage.com](http://www.diagnosiculturalheritage.com)**  
**[segreteria@aiesbbcc.it](mailto:segreteria@aiesbbcc.it)**  
**[f aiesbeniculturali](https://www.facebook.com/aiesbeniculturali)**

Finito di stampare  
nel mese di dicembre 2018  
ISBN 978 88 95609 42 3  
CERVINO EDIZIONI

*Con il patrocinio di*



*In collaborazione con*



**Questa iniziativa fa parte di**

