



# Colloqui.AT.e 2019

**Ingegno e costruzione nell'epoca della complessità**  
Forma urbana e individualità architettonica

**Atti del Congresso**

Torino, 25-28 settembre 2019

*a cura di Emilia Garda, Caterina Mele, Paolo Piantanida*



**POLITECNICO  
DI TORINO**

Dipartimento di Ingegneria  
Strutturale, Edile e Geotecnica

**artec**

Associazione Scientifica  
per la Promozione dei Rapporti  
tra Architettura e Tecniche dell'Edilizia

Edizioni Politecnico di Torino

Colloqui.AT.e 2019

**Ingegno e costruzione  
nell'epoca della complessità**

atti del congresso  
Torino, 25-27 settembre 2019

a cura di  
Emilia Garda, Caterina Mele, Paolo Piantanida

edizioni Politecnico di Torino

Colloqui.AT.e 2019

## Ingegno e costruzione nell'epoca della complessità

atti del congresso

Torino, 25-27 settembre 2019

a cura di

Emilia Garda, Caterina Mele, Paolo Piantanida

© Politecnico di Torino

ISBN: 978-88-85745-31-5

coordinamento editoriale: Cristiana Chiorino

progetto grafico: Giuliana Di Mari e Antonio Vottari

È vietata la riproduzione anche parziale se non espressamente autorizzata.

*I contributi sono stati selezionati con doppia revisione anonima.*

*Ciascun contributo riflette unicamente il punto di vista degli Autori e*

*i Curatori non possono essere ritenuti responsabili delle informazioni contenute.*

### Comitato Scientifico

Rossano ALBATICI

Frida BAZZOCCHI

Carlo CALDERA

Santi Maria CASCONI

Giorgio CROATTO

Marco D'ORAZIO

Enrico DASSORI

Enrico DE ANGELIS

Pierluigi DE BERARDINIS

Flavia FASCIA

Fabio FATIGUSO

Giovanni FATTA

Marina FUMO

Ilaria GAROFOLO

Maria Paola GATTI

Claudio GERMAK

(Presidente SID)

Manuela GRECCHI

Antonella GUIDA

Riccardo GULLI

(Presidente Ar.Tec.)

Tullia IORI

Raffaella LIONE

Maria Teresa LUCARELLI

(Presidente SITdA)

Angelo LUCCHINI

Saverio MECCA

(Presidente ISTeA)

Marco MORANDOTTI

Renato MORGANTI

Stefania MORNATI

Placido MUNAFÒ

Emilio PIZZI

Francesco POLVERINO

Enrico QUAGLIARINI

Angelo SALEMI

Antonello SANNA

Enrico SICIGNANO

Gabriele TAGLIAVENTI

### Giunta Ar.Tec.

Riccardo GULLI

Marco D'ORAZIO

Antonella GUIDA

Manuela GRECCHI

Raffaella LIONE

Francesco POLVERINO

(Presidente)

(Vicepresidente)

(Tesoriere)

### Comitato Organizzativo

Carlo CALDERA

(Coordinatore)

Sara FASANA

Caterina FRANCHINI

Emilia GARDA

Marika MANGOSIO

Fabio MANZONE

Caterina MELE

Carlo OSTORERO

Paolo PIANTANIDA

Roberto VANCETTI

Valentina VILLA

Marco ZERBINATTI

### Segreteria

Emiliano CEREDA

Giuliana DI MARI

Emmanuele IACONO

Umberto MECCA

Alessandra RENZULLI

Alessio SCHEPISI

Federico VECCHIO

Gianvito VENTURA

Antonio VOTTARI

## **Prefazione**

Nel mondo contemporaneo dominato dalla velocità, dalla liquidità, dalla digitalizzazione, dall'impermanenza e dalla trasformazione rapida delle conoscenze, l'ambizioso richiamo all'ingegno del titolo del convegno, riferito alla Costruzione può forse apparire antiquato e per certi versi contraddittorio. Il rimando alla forma urbana e all'individualità architettonica se relazionato alla complessità delle problematiche urbane, all'eterogeneità e alla frammentazione dei tessuti urbani ed edilizi delle città contemporanee può allo stesso modo apparire di primo acchito poco pertinente.

Eppure se questo nostro tempo è dominato dalla complessità e dall'incertezza il riferirsi alla capacità umana primaria, l'ingegno, significa riportare tutte le questioni tecniche e architettoniche alla loro essenza. Sgombrato il campo dal rumore di fondo generato dall'immensa mole di informazioni visive, uditive, materiali e immateriali che assalgono i nostri sensi in ogni momento, restano le testimonianze materiche, gli edifici, i monumenti, i territori, i paesaggi che sono in attesa di essere vivificati, ricomposti, riconnessi in nuove realtà per dare risposta ai problemi complessi del nostro tempo. Porre in evidenza l'ingegno significa anche richiamarsi ai fondamenti della nostra disciplina, l'architettura

tecnica e ridare valore al metodo scientifico saldamente radicato nella cultura tecnica dell'ingegneria. Significa anche rimettere al centro la cultura progettuale, riflettere e interrogarsi sulle prospettive e sulle sfide che come progettisti, costruttori, formatori ci attendono nel prossimo futuro.

La varietà e l'eterogeneità dei contributi presentati nelle tre sessioni tematiche : Construction history and preservation; Construction and building performance, Design and building technologies, con una preponderanza di studi nella prima sessione, fortemente incentrata sugli aspetti conoscitivi storici, tecnologici, della costruzione, nei suoi singoli episodi o nei complessi urbani e territoriali, denota una ricca e vivace articolazione di spunti e interessi dell'ambito disciplinare e la sua attualità malgrado la difficoltà poste dalle continue sfide e trasformazioni della nostra società.

Riaffermare la centralità del progetto nell'epoca della complessità significa in ultima analisi la capacità di affrontare le sfide e le opportunità contemporanee attraverso i valori e le competenze provenienti dalle comuni radici dalla cultura progettuale dell'ingegneria e dell'architettura.

Il convegno si configura come spazio privilegiato per l'analisi, la discussione, il confronto (locale e globale) tra tutti gli operatori del settore delle costruzioni, per suggerire soluzioni e percorsi sul solido della tradizione, innovativi, sperimentali per rinnovare e riconfigurare la cultura della Progettazione.

Emilia Garda, Caterina Mele, Paolo Piantanida

## SOMMARIO GENERALE



**A** CONSTRUCTION HISTORY  
AND PRESERVATION

6



**B** CONSTRUCTION AND  
BUILDING PERFORMANCE

599



**C** DESIGN AND BUILDING  
TECHNOLOGIES

1001





**B**

**CONSTRUCTION AND  
BUILDING PERFORMANCE**

## Construction and building performance

Nell'epoca della complessità quali e quante sono le sfide che il settore costruttivo deve affrontare? Certamente la questione energetica continua ad essere centrale, anche se negli ultimi anni viene coniugata con elementi nuovi che ampliano il tema alla qualità globale dell'edificio al suo peso sull'ambiente e coinvolgono aspetti che riguardano la gestione digitale ed intelligente dell'edificio, in quello che generalmente definiamo smart building.

Tra le diverse attività umane il settore costruttivo ha avuto e continua ad avere un peso molto rilevante dal punto di vista dell'impatto ambientale non solo per i consumi di energia primaria e secondaria ma anche per l'impiego delle risorse naturali necessarie nelle diverse fasi di un processo che sembra avere nel suo efficientamento uno degli obiettivi primari. L'introduzione dei protocolli di certificazione ambientale per la sostenibilità globale degli edifici come il protocollo ITACA in Italia, mutuato dal protocollo americano LEED, ha spostato l'accento dai soli consumi energetici a quelli relativi a tutte le componenti e fasi del processo edilizio che riguardano la costruzione, dal progetto alla realizzazione fino ad arrivare alla dismissione nel fine vita, e ha messo in luce come la strada da percorrere per determinare una vera svolta in termini di qualità globale e di sostenibilità del manufatto edilizio sia ancora molto lunga. Inoltre il conseguimento di una maggior sostenibilità dell'edificio soprattutto per quanto riguarda gli aspetti energetici, non implica automaticamente una maggiore sostenibilità urbana. Numerosi studi hanno ormai dimostrato che ridurre i consumi del singolo edificio non genera a livello urbano una minore domanda di energia. Nonostante gli indubbi progressi per rendere gli edifici meno energivori (almeno le nuove realizzazioni), la città esistente è ancora costituita per la maggior parte da manufatti che sono poco performanti dal punto di vista energetico, inoltre lo stile di vita e di consumo della nostra civiltà urbanizzata richiede una grande quantità di energia che dipende ancora per larga parte dai combustibili fossili, c. d. climalteranti, come ben

analizzato nel report Roadmap for transition towards low-GHG and resilient buildings (2016) della Global Alliance for Building and Construction. Nel tentativo di risolvere questi problemi la ricerca nel settore costruttivo sta esplorando la realizzazione di involucri con materiali e tecniche sempre più innovativi e performanti (ad esempio le bolle in EFTE che costituiscono la copertura dell'Aquatic Center di Beijing o l'uso di bioreattori a base di alghe per la facciata della BIQ House di Amburgo), estendendo e superando il concetto di Zero Energy Building (ZEB). Vengono proposte nuove e innovative strategie per ridurre i consumi energetici come lo User-Centered Design che parte dal monitoraggio del comportamento degli utenti e che vede nella digitalizzazione intelligente degli edifici, partendo dalla scala urbana a quella del singolo edificio e delle singole unità abitative, una strada molto promettente. La via smart, al di là dell'abuso a volte troppo enfatico del termine, pare molto interessante anche per la gestione dei dati delle problematiche manutentive, non solo per la costruzione di archivi relativi agli aspetti tecnici e progettuali fino alla scala del dettaglio dell'edificio che possono costituire una vera e propria miniera di dati utilizzabili in futuro per contrastare i fenomeni di obsolescenza fisiologica e patologica dei manufatti e per consentire interventi mirati, di riparazione, di miglioramento prestazionale e anche di gestione intelligente e sostenibile del fine vita, allargando il campo della gestione all'intera vita utile dell'edificio considerato anche alla scala urbana. Certamente l'uso ormai diffuso di strumenti di gestione digitale delle informazioni favorisce la interoperabilità e la raccolta di dati in tutto il processo edilizio, rendendo ancora più necessaria la validazione dei modelli relazionali ed interpretativi nel mutato quadro metodologico, prima ancora che strumentale.

Lo studio e l'analisi di queste problematiche coinvolge molte ricerche della nostra disciplina e pare molto promettente dal punto di vista dei risultati per l'ampliamento delle conoscenze nell'ambito strettamente scientifico e per le ricadute applicative nel settore edilizio delle soluzioni più innovative o sperimentali. Inoltre tutto l'ambito IoT applicato agli edifici promette di essere veicolo di nuovi potenziali e innovativi sviluppi nel settore edilizio e di offrire a chi vi opera a vario titolo e competenza di sviluppare conoscenze e abilità tecniche improntate alla più ampia interdisciplinarietà e multidisciplinarietà.

Emilia Garda, Caterina Mele, Paolo Piantanida

## ■ AMBIENTI VIRTUALI PER LA CONOSCENZA E LA GESTIONE DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO-ARCHEOLOGICO A SCALA TERRITORIALE

*Virtual environments to improve data assessment and management of the heritage architecture and archeology at territorial scale*

**Mariella De Fino\***, **Antonello Martino\***, **Fabio Fatiguso\***

\*POLITECNICO DI BARI (BARI, ITALIA) – MARIELLA.DEFINO@POLIBA.IT – ANTONELLO.MARTINO@POLIBA.IT – FABIO.FATIGUSO@POLIBA.IT

609 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ CONSUMO DI SUOLO E RISCHIO IDRAULICO NEL X MUNICIPIO DI ROMA

*Land-Use and hydraulic risk in the X municipality of Rome.*

**Simona Mannucci\***, **Federica Rosso\***, **Carlo Cecere\***

\*SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA (ROME, ITALY) – SIMONA.MANNUCCI@UNIROMA1.IT – FEDERICA.ROSSO@UNIROMA1.IT – CARLO.CECERE@UNIROMA1.IT

619 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ HBIM PER LA CONOSCENZA E LA RAPPRESENTAZIONE DELLA COSTRUZIONE STORICA.

### IL CASO DI VILLA PALMA-GUAZZARONI A TERNI

*HBIM for knowledge and representation of historic construction. The case study of Villa Palma-Guazzaroni in Terni*

**Edoardo Currà\***, **Alessandro D'Amico\***, **Marco Angelosanti\***

\*SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA (ROMA, ITALIA) – EDOARDO.CURRA@UNIROMA1.IT – ALESSANDRO.DAMICO@UNIROMA1.IT – MARCO.ANGELOSANTI@UNIROMA1.IT

628 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ OSSERVATORIO SULLA COSTRUZIONE METALLICA E PROCEDURE BIM. IL CASO STUDIO DI UNA SCUOLA DI PIETRO BARUCCI A OSTIA

*Monitoring of metal construction and BIM procedures. Case study of a school designed by Pietro Barucci in Ostia*

**Renato Morganti\***, **Alessandra Tosone\***, **Matteo Abita\***, **Daniilo Di Donato\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA (L'AQUILA, ITALIA) – RENATO.MORGANTI@UNIVAQ.IT, ALESSANDRA.TOSONE@UNIVAQ.IT, MATTEO.ABITA@UNIVAQ.IT, DANILO.DIDONATO@UNIVAQ.IT

638 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ I RIVESTIMENTI LAPIDEI “MODERNI”. LA VOCAZIONE “INFORMATIVA” DEI NUOVI SCENARI DI TUTELA, DALL’H-BIM AL FASCICOLO DEL FABBRICATO

*“MODERN” STONE FACING. The “informative” vocation of new scenarios of protection, from the H-BIM to the Building Dossier*

**A. Cernaro\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA (MESSINA, ITALIA) – ACERNARO@UNIME.IT

648 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ BIM E MANUTENZIONE: SCENARI REALI O VIRTUALI?

*BIM and maintenance: real or virtual scenarios?*

**Umberto Mecca\***, **Giuseppe Moglia\***, **Manuela Rebaudengo\*\***, **Pablo Ruffino\***

\*DISEG, POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA); \*\*DIST, POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA) – UMBERTO.MECCA@POLITO.IT – GIUSEPPE.MOGLIA@POLITO.IT

MANUELA.REBAUDENGO@POLITO.IT – PABLO.RUFFINO@POLITO.IT

659 [VAI ALL'ARTICOLO](#)



- I DRONI PER LA MANUTENZIONE DEGLI EDIFICI: RISVOLTI OPERATIVI E DI COSTO**  
*UAV for building maintenance: operational and cost implications*  
**Carlo Caldera\***, **Rachele Grosso\*\***, **Umberto Mecca\***, **Manuela Rebaudengo\*\***  
\*DISEG, POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA); \*\*DIST, POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA) – CARLO.CALDERA@POLITO.IT – RACHELE.GROSSO@POLITO.IT  
UMBERTO.MECCA@POLITO.IT – MANUELA.REBAUDENGO@POLITO.IT
- SISTEMI INFORMATIVI E STRUMENTI GRAFICI PER LA MANUTENZIONE DI MANUFATTI COMPLESSI**  
*Information systems and graphic tools for the maintenance of complex buildings*  
**Maurizio Marco Bocconcino\***, **Fabio Manzone\***  
\*DISEG - POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA) – MAURIZIO.BOCCONCINO@POLITO.IT – FABIO.MANZONE@POLITO.IT
- SCENARI 360°+5 PER L'ARCHIVIO DEL FUTURO**  
*360°+5 scenarios for the archive of the future*  
**Andrea Barbero\***, **Matteo Del Giudice\***, **Francesca Maria Ugliotti\***, **Fabio Manzone\***, **Anna Osello\***  
\*POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA) – ANDREA.BARBERO@POLITO.IT – MATTEO.DELGIUDICE@POLITO.IT – FRANCESCA.UGLIOTTI@POLITO.IT  
FABIO.MANZONE@POLITO.IT – ANNA.OSELLO@POLITO.IT
- RAPPRESENTAZIONE E RIUSO DELLA CONOSCENZA TECNICA PER L'IMPRESA DI COSTRUZIONI**  
*Technical Knowledge representation and reuse for a general contractor*  
**Davide Simeone\***  
\*SALINI-IMPREGILO SPA (MILANO, ITALIA) – D.SIMEONE@SALINI-IMPREGILO.COM
- INTRODUZIONE AL PROACTIVE DESIGN PROCESS NELL'EPOCA DELLA COMPLESSITÀ**  
*Introduction to Proactive Design Process in the complexity era*  
**Antonio Fioravanti\***, **Gabriele Novembri\***, **Francesco Livio Rossini\***  
\*DICEA – DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA EDILE, CIVILE E AMBIENTALE, SAPIENZA – UNIVERSITÀ DI ROMA.
- IL B.I.M. PER L'ARCHITETTURA TECNICA: INGEGNO E COSTRUZIONE NELL'EPOCA DELLA COMPLESSITÀ**  
*B.I.M. for "architettura tecnica": intelligence and construction in the age of the complexity*  
**Paolo Fiamma\***  
\*UNIVERSITÀ DI PISA (PISA, ITALIA) PAOLO.FIAMMA@ING.UNIPI.IT
- 669 [VAI ALL'ARTICOLO](#)
- 679 [VAI ALL'ARTICOLO](#)
- 689 [VAI ALL'ARTICOLO](#)
- 698 [VAI ALL'ARTICOLO](#)
- 708 [VAI ALL'ARTICOLO](#)
- 718 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## IL BUILDING INFORMATION MODELING E LA PROGETTAZIONE INTEGRATA: UNA PANORAMICA DELLO STATO ATTUALE

*Building Information Modeling and Integrated Design: An Overview of the Current Status*

**Enrico Dassori\***, **Clara Vite\***, **Alessia Bernardotti\***, **Arianna Sommariva\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA, SCUOLA POLITECNICA, DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA E DESIGN - dAD (GENOVA, ITALIA) – DASSORI@UNIGE.IT – CLARA.VITE@ARCH.UNIGE.IT

ALEBERNA92@GMAIL.COM - ARIANNA.SOMMARIVA@GMAIL.COM

728

[VAI ALL'ARTICOLO](#)

## INEFFICACIA DI INTERVENTI PARZIALI SUL COSTRUITO RESIDENZIALE

*Ineffectiveness of partial actions on residential buildings*

**Raffaella Lione\***, **Fabio Minutoli\***, **Pietro Totaro\*\***

\*UNIVERSITÀ DI MESSINA (MESSINA, ITALIA); \*\*LIBERO PROFESSIONISTA (MESSINA, ITALIA) RLIONE@UNIME.IT - FABMINUTOLI@UNIME.IT - PIETRO.TOTARO@FASTWEBNET.IT

738

[VAI ALL'ARTICOLO](#)

## PROGETTAZIONE PARAMETRICA PER LA VALUTAZIONE DELLE ADDIZIONI DI FACCIATA NEGLI EDIFICI ESISTENTI

*Parametric design evaluation of user orientated pre-fab modules for the façade ADDITION in existing buildings*

**Anastasia Fotopoulou\***, **Annarita Ferrante\***

\*DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (BOLOGNA, ITALIA) ANASTASIA.FOTOPULO2@UNIBO.IT – ANNARITA.FERRANTE@UNIBO.IT

748

[VAI ALL'ARTICOLO](#)

## SISTEMI PASSIVI PER L'INDOOR COMFORT: LA GESTIONE DELLE SERRE SOLARI IN REGIME ESTIVO

*Passive system for indoor comfort: solar greenhouse management in summer*

**Simona Colajanni\***, **Antonio De Vecchi\***, **Marco Bellomo\***, **Francesca Maria Cammarata\***, **Kapishanth Jeyathas\***, **Maria Francesca Noto\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO (PALERMO, ITALIA); \*CORRESPONDING AUTHOR: SIMONA.COLAJANNI@UNIPA.IT

755

[VAI ALL'ARTICOLO](#)

## AZIONI DI RIFUNZIONALIZZAZIONE DI EDIFICI SCOLASTICI PRIMARI PER UNA RETE DI SCUOLE INNOVATIVE TRANSFRONTALIERE

*Repurposing of primary education buildings through actions for a network of cross-border innovative schools*

**Barbara Chiarelli\***, **Carlo Antonio Stival\***, **Nicola Strazza\***, **Ilaria Garofolo\***

\*UNIVERSITÀ DI TRIESTE (TRIESTE, ITALIA) – BARBARA.CHIARELLI@PHD.UNITS.IT - CSTIVAL@UNITS.IT - NSTRAZZA@UNITS.IT - GAROFOLO@UNITS.IT

765

[VAI ALL'ARTICOLO](#)

## SISTEMI DI SCHERMATURA SOLARE PER SCUOLE DELL'INFANZIA NZEB IN ITALIA

*Solar shadings for NZEB Kindergartens in Italy*

**Frida Bazzocchi\***, **Cecilia Ciacci\***, **Vincenzo Di Naso\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE (FIRENZE, ITALIA) SCUOLA DI INGEGNERIA – DICEA FRIDA.BAZZOCCHINIFI.IT – CECILIA.CIACCINIFI.IT – VINCENZO.DINASONIFI.IT

775

[VAI ALL'ARTICOLO](#)

- **RESILIENZA E ADATTAMENTO: CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E PRESTAZIONE TERMO-ENERGETICA IN REGIME DINAMICO DI COSTRUZIONI GALLEGGIANTI E ANFIBIE** 785 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*Resilience and adaptation: construction and dynamic thermal-energy performance of amphibious and floating houses*  
**Federica Rosso\***, **Simona Mannucci\***, **Marco Ferrero\***, **Carlo Cecere\***  
\*SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA (ROMA, ITALIA) – FEDERICA.ROSSO@UNIROMA1.IT – SIMONA.MANNUCCI@UNIROMA1.IT – MARCO.FERRERO@UNIROMA1.IT – CARLO.CECERE@UNIROMA1.IT
- **DALLA CERTIFICAZIONE LEED® (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN) ALLA CERTIFICAZIONE WELL BUILDING STANDARD®** 795 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*From the LEED® certification (Leadership in Energy and Environmental Design) to the WELL Building Standard®*  
**Elisa Sirombo\***, **Marco Filippi\*\***, **Enrico Fabrizio\*\***  
\*GET SRL (TORINO, ITALIA); \*\*POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA) – ELISA.SIROMBO@GET-CONSULTING.IT – MARCO.FILIPPI@POLITO.IT – ENRICO.FABRIZIO@POLITO.IT
- **EFFICIENZA ENERGETICA E SIMULAZIONE DEI FLUSSI OCCUPATIVI PER GLI SCENARI D'USO DI ELUX LAB, UNIBS** 804 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*Energy efficiency and occupancy flow simulation for the use scenarios of eLUX Lab, UniBS*  
**Lavinia Chiara Tagliabue\***, **Barbara Angi\***, **Angelo Luigi Camillo Cirbini\***  
\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA (BRESCIA, ITALIA); LAVINIA.TAGLIABUE@UNIBS.IT – BARBARA.ANGI@UNIBS.IT – ANGELO.CIRIBINI@UNIBS.IT
- **VERSO IL CONTROLLO E LA GESTIONE DELLA MANUTENZIONE NEGLI EDIFICI SECONDO UN APPROCCIO “USER-CENTERED” E “CONDITION-BASED”** 814 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*Towards a User-centered and Condition-based approach for Building Maintenance: from users' engagement to automatic behaviors detection*  
**Elisa Di Giuseppe\***, **Gabriele Bernardini\***, **Marco D'Orazio\***  
\*UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE (ANCONA, ITALIA) E.DIGIUSEPPE@STAFF.UNIVPM.IT – G.BERNARDINI@UNIVPM.IT – M.DORAZIO@STAFF.UNIVPM.IT
- **MODELLAZIONE BIM AD OGGETTI INTEGRATA CON ANALISI DATI IN TEMPO REALE: UN CASO DI STUDIO** 824 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*BIM and real time data analysis integration: a case study*  
**Graziano Salvalai\***, **Mattia Previtali\***, **Fabrizio Banfi\***  
\*POLITECNICO DI MILANO (MILANO, ITALIA) – GRAZIANO.SALVALAI@POLIMI.IT – MATTIA.PREVITALI@POLIMI.IT – FABRIZIO.BANFI@POLIMI.IT\*
- **BIM PER LA GESTIONE RAZIONALE DEGLI IMPIANTI DEGLI EDIFICI** 834 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*BIM for rational management of MEP systems*  
**Rosa Agliata\***, **Roberto Macchiaroli\***, **Luigi Mollo\***  
\*UNIVERSITÀ DELLA CAMPANIA “VANVITELLI” (AVERSA – CE, ITALIA) – ROSA.AGLIATA@UNICAMPANIA.IT – ROBERTO.MACCHIAROLI@UNICAMPANIA.IT – LUIGI.MOLLO@UNICAMPANIA.IT

- **ARCHITETTURA USER CENTERED: LA DOMOTICA A SERVIZIO DELL'ACCESSIBILITÀ** 844 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*User centered Architecture: home automation for accessibility*  
**Martina Nobili\***  
\*SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA – MARTINA.NOBILI@UNIROMA1.IT
- **NUOVA MATRICE DELLE ADIACENZE PER LA PROGETTAZIONE E RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA** 853 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*New adjacency matrix for building design and refurbishment*  
**Ugo Maria Coraglia\*, \*\*, Antonio Fioravanti\***  
\*SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA (ROMA, ITALIA); \*\*TU WIEN (VIENNA, AUSTRIA) UGOMARIA.CORAGLIA@UNIROMA1.IT – ANTONIO.FIORAVANTI@UNIROMA1.IT
- **REALTÀ VIRTUALE E AUMENTATA: STRUMENTI DI COMUNICAZIONE PER IL POLITO** 863 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*Virtual and Augmented Reality: communication tools for Polito*  
**Anna Osello\*, Ivana Scidà\***  
\*POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA) – ANNA.OSELLO@POLITO.IT – IVANA.SCIDA@POLITO.IT
- **FIRE SAFETY ENGINEERING, UNIVERSAL DESIGN, REALTÀ VIRTUALE: NUOVI STRUMENTI PER UNA PROGETTAZIONE SEMPRE PIÙ SMART** 873 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*Fire Safety Engineering, Universal design, Virtual Reality: New tools for an increasingly smart design*  
**Roberto Vancetti\*, Filippo Così\*\*, Emiliano Cereda\***  
\*POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA); \*\*AI STUDIO (TORINO, ITALIA) ROBERTO.VANCETTI@POLITO.COM - FCOSI@AIGROUP.IT - EMILIANO.CEREDA@STUDENTI.POLITO.IT
- **CRITICITÀ NELL'IMPIEGO DEI SISTEMI DI GESTIONE DELL'ENERGIA E DEL COMFORT NEGLI EDIFICI** 883 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*Critical issues in the use of energy & comfort management systems in buildings*  
**Marco Filippi\*, Enrico Fabrizio\***  
\*POLITECNICO DI TORINO (TORINO, ITALIA); MARCO.FILIPPI@POLITO.COM – ENRICO.FABRIZIO@POLITO.IT
- **NUOVI SISTEMI COSTRUTTIVI PER L'ARCHITETTURA** 893 [VAI ALL'ARTICOLO](#)  
*New construction systems for Architecture*  
**Pierpaolo Ruttico\*, Emilio Pizzi\***  
\*POLITECNICO DI MILANO (MILANO, ITALIA); PIERPAOLO.RUTTICO@POLIMI.IT – EMILIO.PIZZI@POLIMI.IT

## EMERGENZA ALLUVIONE NEI CENTRI URBANI: UN APPROCCIO BEHAVIORAL DESIGN-BASED PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

*Flood emergency in existing city centers: proposing risk-reduction strategies through a behavioral design-based methodology*

**Gabriele Bernardini\***, **Michele Lucesoli\***, **Enrico Quagliarini\***

\*UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE (ANCONA, ITALIA) G.BERNARDINI@UNIVPM.IT – M.LUCESOLI@PM.UNIVPM.IT – E.QUAGLIARINI@STAFF.UNIVPM.IT

902 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI IN EDILIZIA

*Application of minimum environmental criteria in construction*

**Santi Maria Cascone\***, **Valerio Nobile\***, **Nicoletta Tomasello\***, **Matteo Vitale\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA (CATANIA, ITALIA) – SANTIMARIACASCONA@GMAIL.COM – VALERIO-NOBILE@HOTMAIL.IT – NICOLETTATOMASELLO@UNICT.IT – MATTEO.VITALE@UNICT.IT

912 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## DALLA PROGETTAZIONE ALLA DISMISSIONE DEL MANUFATTO EDILIZIO SECONDO I PRINCIPI DELL' "ECONOMIA CIRCOLARE"

*From the design to the disposal of the building manufacture according to the principles of the "circular economy"*

**Santi Maria Cascone\***, **Valerio Nobile\***, **Giuseppe Russo\***, **Nicoletta Tomasello\***, **Matteo Vitale\***

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA (CATANIA, ITALIA) – SANTIMARIACASCONA@GMAIL.COM – VALERIO-NOBILE@HOTMAIL.IT – GIUSEPPE.RUSSO@UNICT.IT – NICOLETTATOMASELLO@UNICT.IT  
MATTEO.VITALE@UNICT.IT

920 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## RIDURRE L'IMPATTO AMBIENTALE DEGLI EDIFICI MEDIANTE L'UTILIZZO DI MATERIALI BIOGENICI. ANALISI LCA DI UN CASO ITALIANO

*Minimising the environmental impact of buildings through the use of biogenic materials. An LCA analysis of an Italian case study*

**Giuliana Iannaccone\***, **Francesco Pittau\*\***, **Giovanni Dotelli\*\*\***

\*POLITECNICO DI MILANO, DIP. ABC (MILANO, ITALIA); \*\*ETH ZÜRICH, D-BAUG IBI (ZURICH, SWITZERLAND); \*\*\*POLITECNICO DI MILANO, DIP. DCMC (MILANO, ITALIA)  
GIULIANA.IANNACCONA@POLIMI.IT - PITTAU@IBI.BAUG.ETHZ.CH – GIOVANNI.DOTELLI@POLIMI.IT

928 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## MATERIALI INNOVATIVI PER LE COSTRUZIONI: CONGLOMERATI CEMENTIZI A BASE DI GRAFENE

*Innovative construction materials: graphene-based cement composites*

**Salvatore Polverino\***, **Renata Morbiducci\***, **Antonio E. del Rio Castillo\*\***, **Francesco Bonaccorso\*\***,

\*UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA (GENOVA, ITALIA); \*\*ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA (GENOVA, ITALIA) – SALV.POLVERINO@ARCH.UNIGE.IT – RENATA.MORBIDUCCI@UNIGE.IT  
ANTONIO.DELRIO@IIT.IT – FRANCESCO.BONACCORSO@IIT.IT

937 [VAI ALL'ARTICOLO](#)



## ■ INNOVAZIONE NELLA TERRA BATTUTA

*Innovation in rammed earth systems***Rosa Caponetto\***, **Giada Giuffrida\*\***

\*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA (DICAR); \*\*UNIVERSITÀ DI CATANIA (CATANIA, ITALIA); RCAPO@DAU.UNICT.IT – GIADA.GIUFFRIDA@UNICT.IT

946 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ BIOCOMPOSITI A BASE DI TERRA CRUDA E FIBRE

*Biocomposites made of raw earth and fibers***Rosa Caponetto\***, **Martina Maria Grazioso\***, **Giada Giuffrida\***

\*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA (DICAR)

UNIVERSITÀ DI CATANIA (CATANIA, ITALIA); RCAPO@DAU.UNICT.IT – MARTINAMARIAGRAZIOSO@GMAIL.COM – GIADA.GIUFFRIDA@UNICT.IT

956 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ PRODOTTI NATURALI INNOVATIVI PER L'EDILIZIA CIRCOLARE. LE MISCELE TERRA-CELLULOSA

*Innovative natural products for the circular economy. Earth-cellulose mixes***Maddalena Achenza\***, **Paola Meloni\*\***

\*DICAAR\_UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI (CAGLIARI, ITALIA); \*\*DIMCM\_UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI (CAGLIARI, ITALIA); MADDALENA.ACHENZA@UNICA.IT

PAOLA.MELONI@UNICA.IT

966 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ ANALISI DELLE PRESTAZIONI DI INVOLUCRI IN PAGLIA

*Analysys of straw envelope performance***Gaetano Sciuto\***, **Stefano Cascone\***, **Gianpiero Evola\*\***, **Chiara Baroetto Parisi\***

\*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA, UNIVERSITÀ DI CATANIA (CATANIA, ITALIA); \*\*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA, ELETTRONICA E INFORMATICA, UNIVERSITÀ DI CATANIA (CATANIA, ITALIA)

GSCIUTO@DAU.UNICT.IT - STEFANO.CASCONI@UNICT.IT - GEVOLA@UNICT.IT - CHIARA.BAROETTO@GMAIL.COM

973 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## ■ SISTEMI COSTRUTTIVI EFFICIENTI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE. PROGETTO E SPERIMENTAZIONE DI PARETI IN BALLE DI PAGLIA PER EDIFICI CON STRUTTURA DI LEGNO

*Low impact and energy efficient building systems. Design and tests of straw bale walls for timber structure buildings***Luca Guardigli\***, **Cecilia Mazzoli\***, **Davide Dall'Aglio\*\***, **Riccardo Gulli\***

\*UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (BOLOGNA, ITALIA); \*\*STUDIO SAP (SAN GIORGIO DI PIANO, BO) – LUCA.GUARDIGLI@UNIBO.IT – CECILIA.MAZZOLI2@UNIBO.IT – DALLAGLIO@STUDIOSAP.IT –

RICCARDO.GULLI@UNIBO.IT

982 [VAI ALL'ARTICOLO](#)

## SOSTENIBILITÀ DEI MATERIALI NATURALI

*Sustainability of natural materials*

**Rosa Caponetto\***

\*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE ARCHITETTURA - UNIVERSITÀ DI CATANIA (CATANIA, ITALIA) – [RCAPO@DAU.UNICT.IT](mailto:RCAPO@DAU.UNICT.IT)

992

[VAI ALL'ARTICOLO](#)



## RESILIENZA E ADATTAMENTO: CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E PRESTAZIONE TERMO-ENERGETICA IN REGIME DINAMICO DI COSTRUZIONI GALLEGGIANTI E ANFIBIE

*Resilience and adaptation: construction and dynamic  
thermal-energy performance of amphibious and floating  
houses*

Federica Rosso\*, Simona Mannucci\*, Marco Ferrero\*, Carlo  
Cecere\*

\*Sapienza Università di Roma (Roma, Italia)

federica.rosso@uniroma1.it – simona.mannucci@uniroma1.it –

marco.ferrero@uniroma1.it – carlo.cecere@uniroma1.it

**Keywords:** amphibious architecture; construction elements;  
thermal energy-performance; urban areas; resilience; flooding risk;

### Riassunto

Negli attuali scenari di crescita delle aree urbane e del consumo di suolo e di inasprimento di fenomeni climatici estremi, la resilienza delle città e degli edifici assume un ruolo di primo piano. Tra i fenomeni più critici vi sono l'innalzamento del livello del mare e la maggiore frequenza e intensità dei fenomeni piovosi estremi, con la crescita del rischio di inondazione. È necessario, pertanto, implementare azioni difensive

tradizionali ma anche soluzioni edilizie e tipologiche alternative per la resilienza. Tra queste, le case anfibe e galleggianti, sempre più diffuse negli ultimi anni, sono soluzioni costruttive che adattano l'edificio alla presenza di acqua. Questi tipi edilizi, ancora poco investigati in letteratura, sono qui analizzati dal punto di vista costruttivo e termo-energetico mediante simulazioni dinamiche annuali.

### Abstract

*In the current scenarios where urban areas and land cover grow, and extreme climate phenomena are exacerbated, resilience of cities and buildings becomes fundamental. One of the most critical phenomena is sea level rise and the increased frequency and intensity of extreme pluvial events, which exacerbate flooding risk. Thus, not only defensive, traditional actions, but also alternative solutions towards resilience need to be implemented. Amphibious and floating houses, still not investigated in literature, let the building adapt to water presence due to their specific constructive and technical properties. Here, we consider such building's typology under the construction and thermal-energy performance lenses, by means of yearly dynamic energy simulations.*

## Introduzione

Nell'attuale scenario di crescita delle città, le Nazioni Unite prevedono che nel 2050 il 66.4% della popolazione mondiale, che si prevede sarà pari a più di 9.5 miliardi di individui, risiederà nelle aree urbane [1]. Questo dato assume maggiore rilievo se confrontato con il dato odierno: oggi il 54% della popolazione, pari a 7.2 miliardi di persone, risiede nelle città. Ciò significa che, mentre oggi 3.9 miliardi di cittadini occupano le aree urbane, nel 2050 essi saranno 6.3 miliardi.

Questo pone le aree urbane nella posizione di essere il campo principale dove si terrà la sfida per la sostenibilità, intesa come sostenibilità sociale, economica e ambientale. In aggiunta all'aumento di popolazione e di consumo di suolo, altri cambiamenti si denotano come sfide e trovano sempre maggior riscontro nella comunità scientifica, sociale e governativa, per la ricerca di soluzioni che possano mitigarne le conseguenze negative. Si fa pertanto riferimento al cambiamento climatico [2-4], tra i cui effetti si possono elencare riscaldamento globale, aumento di fenomeni climatici estremi, siccità, desertificazione. Le previsioni di tali cambiamenti sono più o meno esacerbate a seconda del raggiungimento di alcuni obiettivi, quali la riduzione drastica dei consumi e quindi delle emissioni.

Nello specifico, le aree urbane, sono colpite dal cambiamento climatico in termini di aumento della temperatura, per il fenomeno conosciuto come *Urban Heat Island* [5, 6], e di aumento del rischio di inondazione, causato dai fenomeni piovosi estremi e dall'impermeabilizzazione della superficie urbana, dovuta al consumo di suolo sempre crescente [7, 8].

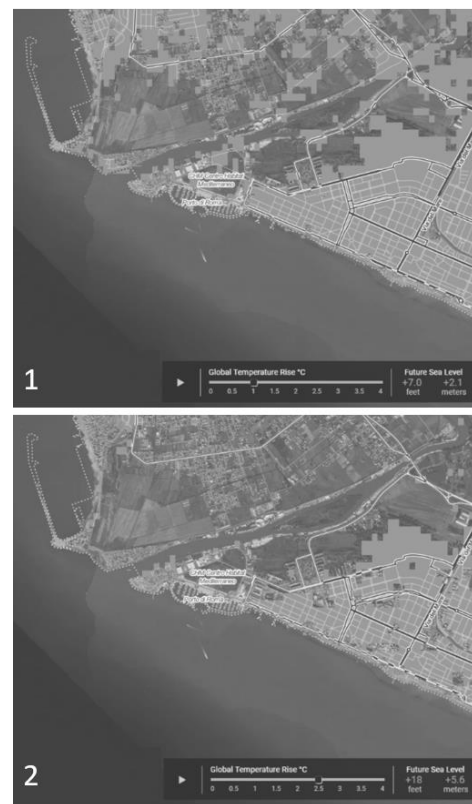


Fig. 1. Innalzamento del livello del mare e rischio di inondazione ad Ostia, Roma. Sopra, nel caso di crescita di temperatura di 1°C, sotto di 2.5°C. Proiezioni estrapolate da [9].

Entrambi questi fenomeni costituiscono un serio rischio per la sicurezza della popolazione e un esborso economico notevole: basti pensare che negli ultimi venti anni i fenomeni di inondazione hanno colpito 2.3 miliardi di persone e causato danni per oltre 165 miliardi di dollari. L'ambiente costruito, "responsabile" dell'impermeabilizzazione del suolo e della tutela della sicurezza delle persone, ha un importante ruolo nel ridurre queste criticità, attraverso strategie che sono sempre più mirate alla resilienza e all'adattamento, piuttosto che alla tradizionale difesa.

Per resilienza si intende la capacità di un sistema (ad esempio, la città) di adattarsi ai cambiamenti che ne perturbano l'equilibrio: in questo caso, si mitiga quindi il rischio proveniente dai cambiamenti climatici adattandosi ad essi, in maniera flessibile. L'approccio è visto dalla comunità scientifica come più efficace o complementare all'approccio difensivo tradizionale.

Un esempio di questa strategia, declinato all'ambiente costruito e agli edifici, è lo sviluppo di particolari tipologie edilizie resilienti [10–13]. In questo articolo, sono prese in considerazione le case anfibe e galleggianti, che sono progettate per aumentare la resilienza nelle zone, urbane e non, esposte al rischio di inondazione. Le peculiari caratteristiche costruttive, infatti, rendono questi edifici adatti e adattati a essere vivibili in caso di presenza di acqua, mantenendo requisiti di sicurezza e benessere.

In questo lavoro, si svolge una attenta analisi delle caratteristiche costruttive e tecniche degli edifici anfibi e galleggianti e si considera in particolare la loro prestazione energetica, la cui conoscenza appare fondamentale nell'ottica di riduzione delle emissioni e mitigazione del cambiamento climatico e dell'*Urban Heat Island*. Infatti, mentre le case anfibe e galleggianti si stanno diffondendo sempre più, specialmente in alcune aree particolarmente soggette a inondazioni e alla convivenza con

l'acqua, e lo stato dell'arte avanza, non sono ancora numerosi gli studi scientifici volti a analizzarne le caratteristiche per comprenderne meglio il funzionamento e la potenzialità, e migliorarne la prestazione [11, 14]. L'obiettivo di questo contributo è quindi quello di affrontare il tema delle case anfibe e galleggianti, evidenziandone le caratteristiche costruttive caratterizzanti e la prestazione energetica, in modo da poter ipotizzare eventuali strategie di miglioramento della stessa a seconda del clima di applicazione, in particolare in quello mediterraneo.

## Metodo

Lo studio è stato portato avanti in diverse fasi, che sono descritte dettagliatamente nelle sottosezioni seguenti. In una prima fase sono state analizzate le caratteristiche tecniche e costruttive delle case anfibe e galleggianti, sottolineando le differenze e evidenziando gli ambiti di applicazione più adatti. Si è scelto poi un caso di studio, portando le caratteristiche analizzate per una casa anfibia esistente inglese nel peculiare ambito mediterraneo. Il caso di studio è stato modellato e la prestazione energetica annua è stata simulata in regime dinamico. Infine, i risultati delle analisi sono stati raccolti e discussi.

### *Analisi delle caratteristiche costruttive*

Per l'analisi delle caratteristiche costruttive, si è svolta un'accurata indagine dello stato dell'arte e della letteratura. La maggioranza degli esempi realizzati sono situati in Olanda, ma vi sono alcuni esempi di architettura anfibia e galleggiante anche in Australia, Canada, Inghilterra, Bangladesh e Thailandia [11], dove più la necessità di difendersi e adattarsi alla presenza di acqua ha spinto a trovare soluzioni resilienti.



Nel volume “*Aquatecture*” [15], gli autori, co-fondatori dello studio di architettura BACA, definiscono le case anfibe come “case galleggianti che sono progettate per elevarsi su fondazioni fisse (...) e che si sollevano su pali-guida l’inondazione, galleggiando sull’acqua”, mentre nel caso delle galleggianti, esse “si elevano su una base galleggiante, progettata per sollevarsi e abbassarsi con il livello dell’acqua”. I BACA Architects, Londra, sono i progettisti della prima casa anfibia nel Regno Unito, sul Tamigi [16].

In Olanda, interi quartieri sono costruiti sull’acqua, come nel caso di Ijburg ad Amsterdam, dove hanno lavorato gli studi Marlies Rohmer Architects e Waterstudio [17, 18], realizzando edifici galleggianti. Lo studio di architettura Attika [19] ha realizzato molte di queste case, così come ABC Arkenbouw e Dura Vermeer, costruttori specializzati in questa tipologia [20, 21].

In Canada, MOS Architects ha costruito invece una casa galleggiante sul Lago Huron, mentre negli Stati Uniti, a seguito dell’uragano Katrina, i Morphosis hanno progettato abitazioni anfibe, certificate LEED platinum. Alcune immagini sono riportate a seguire.

Dall’analisi degli esempi considerati, emergono i caratteri costruttivi e tecnici specifici delle due tipologie. Il galleggiamento è basato sul principio di Archimede, secondo cui un corpo immerso in un fluido riceve una spinta verticale verso l’alto pari, per intensità, al peso del volume di fluido spostato. La spinta si applica al baricentro della massa spostata. Sia per le case anfibe che per le case galleggianti, la disposizione interna delle tramezzature e dei componenti di arredo deve essere predisposta con attenzione particolare, in maniera da avere una distribuzione uniforme e simmetrica dei pesi.



Fig. 2. 1, Casa anfibia, BACA Architects, UK; 2, casa anfibia, Morphosis, USA; 3, 4 e 5 case galleggianti a Ijburg NL, Marlies Rohmer; 6, casa galleggiante, Attika, NL.

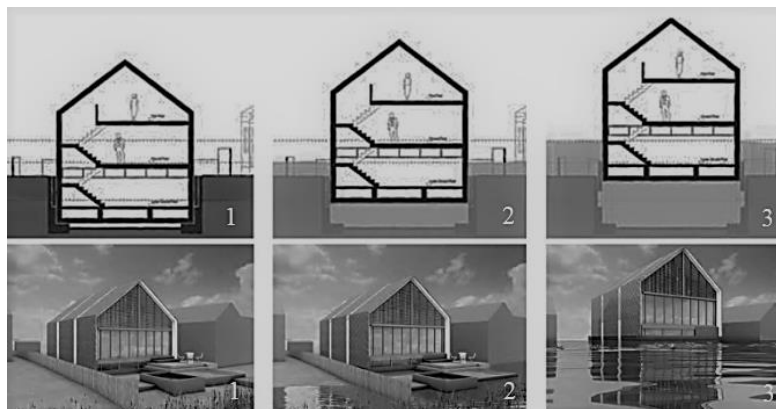


Fig. 3. La casa anfibia di BACA architects in UK: 1, posizione statica; 2 e 3, galleggiamento per diverse intensità di inondazione. Immagine adattata da [15].

Per quanto riguarda le **case anfibe**, esse sono caratterizzate da due condizioni fondamentali, la posizione “statica”, in assenza cioè di acqua, e la posizione “galleggiante”, in presenza di acqua a diverse altezze, a seconda dell’intensità dell’inondazione. La casa è costruita parzialmente dentro un buco nel terreno, il *wet-dock* (letteralmente la “banchina umida”), di profondità di circa 2.5-3.0 m, sulla cui base è gettata una platea di calcestruzzo permeabile all’acqua su pali infissi nel terreno, e le cui pareti sono costituite da palancole. In condizioni statiche, la casa poggia sulla platea, ed è assicurata al wet-dock da due pali “guida”, sui quali scorre, alzandosi e abbassandosi, in caso di galleggiamento. La casa è costituita da una base “*can-float*” (che può galleggiare), un cassone di calcestruzzo rinforzato molto denso e impermeabile all’acqua, progettato per essere resistente ai danni da urto ma anche per galleggiare. Sopra il cassone, che ne costituisce il piano interrato o parzialmente interrato, la casa è costituita da un involucro verticale in legno o altro materiale

leggero (pvc, metallo). I collegamenti impiantistici tra l’edificio e il terreno sono realizzati in tubi flessibili e ben isolati, in modo da potersi muovere in caso di galleggiamento. Lo spazio tra l’edificio e le pareti del wet-dock è ridotto il più possibile da un cordolo in calcestruzzo, per evitare l’ingresso di detriti che potrebbero impedire il meccanismo di galleggiamento che funziona entro certi limiti di altezza: esso è limitato a 2.5-3.0 m di quota rispetto alla condizione statica.

La differenza tra le case anfibe e quelle galleggianti è che le seconde sono sempre a contatto dell’acqua, in condizione cioè di galleggiamento, mentre le prime sono a contatto con l’acqua solo in caso di inondazione. Le **case galleggianti** sono connesse alla terraferma da un pontile e sono soggette a una maggiore varietà. Sono molto simili alle case anfibe, in termini di ancoraggio, attraverso pali-guida, differiscono tra loro per le tecniche utilizzate per garantire il galleggiamento. Alcune case galleggianti, come quelle di Jiburg, sono realizzate con una base “pesante”, il cassone in calcestruzzo impermeabile, proprio come le case anfibe viste sopra, sul quale viene realizzato un involucro leggero, in modo da tenere basso il baricentro per la spinta e garantire maggiore stabilità. Come già descritto, a differenza delle case anfibe, rimangono sempre in condizione di galleggiamento. I pali-guida sono posti sui due angoli opposti diagonalmente, in modo da evitare il ribaltamento. Le case galleggianti sono realizzate nella loro interezza e poi trasportate in sito, talvolta via mare, come visibile in Fig. 2.

Altre case galleggianti sono più semplicemente basate su fondazioni galleggianti di diverso tipo, come nel caso dell’edificio sul Lago Huron di MOS Architects: qui, la casa in legno, leggera e con attento studio della distribuzione dei pesi, è posta su delle fondazioni galleggianti (Fig. 3). Quest’ultima tipologia di case, come ipotizzata da English e colleghi [11], può essere sia una soluzione per edifici di nuova costruzione che di retrofit per edifici esistenti, in ambienti critici, come in Florida o

Louisiana. Inoltre, soprattutto nel caso di Paesi in via di sviluppo, molto spesso queste fondazioni galleggianti possono essere costituite con elementi di riciclo, quali per esempio bottiglie di plastica vuote.

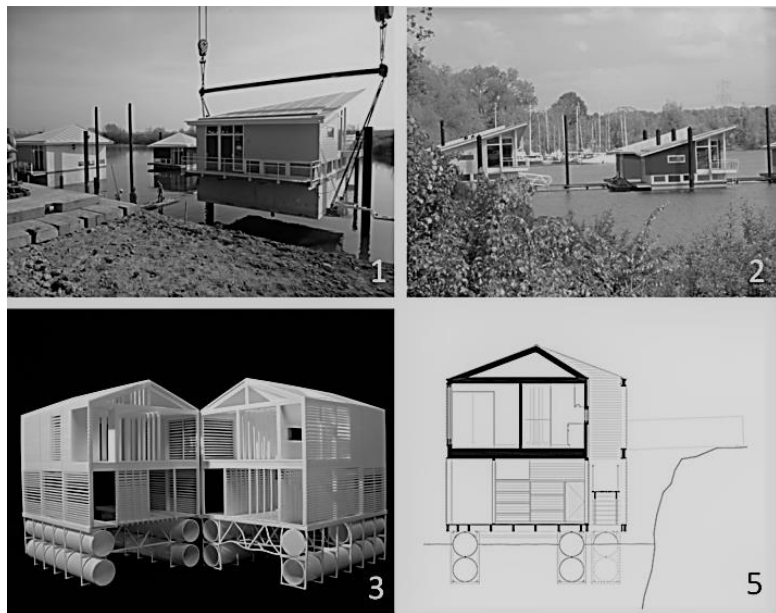


Fig. 4. 1 e 2, Casa galleggiante a Boiten-Ohe-Laak, complesso Maasvillas [21]; 3 e 4, Casa sul Lago Huron, Canada, MOS Architects [22].

Sia le case galleggianti che anfibe richiedono una manutenzione attenta e test annuali per verificare il galleggiamento. Hanno un costo iniziale per il 20-25% superiore a case standard sulla terraferma. Le case anfibe e galleggianti non possono inoltre sopportare velocità dell'acqua

troppo elevate ( $<2$  m/s), pertanto il loro posizionamento deve essere attento a questo aspetto, in base alle caratteristiche locali di inondazione.

### Caso di studio e simulazione dinamica

Vista la maggiore complessità costruttiva e la doppia "identità" della casa anfiba, che è utilizzabile sia senza che in presenza di acqua, come caso di studio si è deciso di analizzare questa tipologia, anche in considerazione del fatto che alcune case galleggianti (e.g., Jiburg) hanno le stesse caratteristiche costruttive. Come visto nelle sezioni precedenti, la differenza principale con la casa galleggiante, dal punto di vista costruttivo, risiede nella presenza del *wet-dock*, oltre che nel comportamento sopra descritto.

In questo lavoro, si è voluto testare la tipologia edilizia della casa anfiba, così come ideata dai progettisti inglesi, in termini di prestazione energetica, al fine di indagare il suo comportamento anche in ambito Mediterraneo, comparandolo con quello inglese ed olandese. Come localizzazione del progetto, si è considerata la situazione di Ostia (Roma, Italia), che appare sempre più coinvolta da fenomeni intensi di inondazione [7] e in una posizione critica anche in base alle proiezioni per il futuro (Fig. 1). Nel caso di Ostia, le abitazioni anfibe potrebbero essere utilizzate per aumentare la resilienza dell'ambiente costruito e salvaguardare gli abitanti che risiedono nelle zone più a rischio.

L'edificio caso di studio, a destinazione residenziale, è stato modellato come la casa anfiba di BACA Architects per le caratteristiche costruttive del *wet-dock*, del cassone in calcestruzzo e dell'involucro dei piani soprastanti. L'edificio è costituito da tre livelli, di cui uno semi-interrato in condizione statica, che si solleva con tutto il resto dell'edificio in caso di inondazione del *wet-dock*. Ciascun livello è composto di  $68.5$  m<sup>2</sup>, per una superficie totale della casa di  $205.5$  m<sup>2</sup>. Le zone termiche, ciascuna

modellata secondo specifiche caratteristiche di occupazione e carico termico, con gli stessi valori utilizzati in [23], definiscono ciascun ambiente della casa (e.g., camera da letto, cucina). La parete esterna è costituita da uno strato di finitura in legno, di 2 cm; uno strato impermeabilizzante; un elemento prefabbricato in legno composto di un pannello sandwich con 14 cm di isolante ed uno strato di finitura interno. La trasmittanza della parete risulta di  $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . L'impianto è tutto alimentato a corrente elettrica, sia per il riscaldamento (coefficiente di prestazione (CoP) di 0.83) che per il raffrescamento (CoP di 1.67), ed è uguale per tutti i casi simulati: l'unica differenza è la località (Ostia, Amsterdam, Londra) e la posizione dell'edificio (anfibia, anfibia galleggiante, semi-ipogea).

L'edificio così modellato è stato simulato con il software EnergyPlus, ampiamente utilizzato e validato in letteratura. Sono state svolte diverse simulazioni, per diverse configurazioni dell'edificio anfibia. La simulazione è stata svolta in (i) posizione statica e (ii) posizione galleggiante; inoltre, si è paragonata la tipologia anfibia con quella di un (iii) edificio, con le stesse caratteristiche costruttive, il cui piano terra risulta ipogeo; infine, si è valutata la posizione statica dell'edificio anfibia anche per i climi diversi di (iv) Amsterdam e (v) Londra, per fini comparativi. I risultati sono presentati nella sezione successiva.

Località	Consumo annuo di energia [kWh/mq]		
	Ostia	Londra	Amsterdam
Casa anfibia	84.75	98.41	101.85
Casa semi-ipogea	81.63	96.56	99.59

Tabella 1. Consumo di energia annuo per le varie località caso di studio, per la casa anfibia e la casa semi-ipogea.

## Risultati: la prestazione energetica dell'edificio anfibia

I risultati delle simulazioni sono presentati nella Tabella 1 e nella Figura 5.

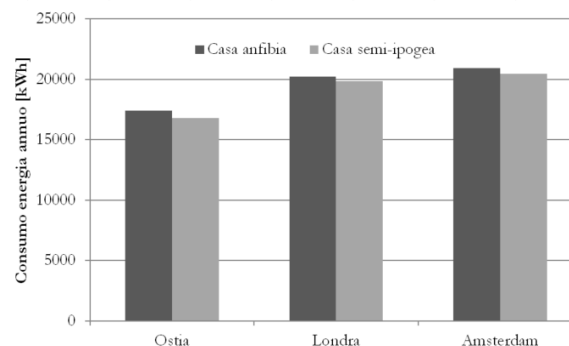


Fig. 5. Consumo di energia annuo per le varie località caso di studio, per la casa anfibia e la casa semi-ipogea.

Si nota come in tutte e tre le località caso di studio, la casa semi-ipogea porta a consumi lievemente ridotti di 1-2 kWh/m<sup>2</sup> ogni anno rispetto alla casa anfibia: nella casa anfibia infatti, vi è un passaggio maggiore di aria e acqua tra il terreno e la parete verticale, pertanto questo risultato era atteso. La casa semi-ipogea gode, infatti, della protezione termica dello strato di terreno circostante. Il confronto è puramente indicativo, scelto per apparente similitudine, perché entrambi gli edifici prevedono un piano sotto il livello del terreno, e gli altri sopra: ovviamente, la necessità della casa anfibia deriva da altri requisiti relativi al rischio di inondazione, situazione nella quale la casa semi-interrata

sarebbe assolutamente inadatta. Tuttavia, come dimostrato, la differenza nei consumi energetici annui non è ingente. Non risulta significativa inoltre la differenza annuale tra la casa in posizione statica e la casa in posizione di galleggiamento; nelle tabelle è quindi riportato il solo valore per la casa anfibia in posizione statica.

Analizzando i consumi annui e mensili di energia tra le diverse località scelte, si riscontrano differenze significative. Dalle simulazioni emerge infatti che ad Ostia è prevalente il consumo per il raffrescamento estivo piuttosto che quello per il riscaldamento invernale, come avviene per Londra e Amsterdam. Questa situazione è tipica della città mediterranea e costituisce una peculiarità che la differenzia nettamente dalla localizzazione mitteleuropea presa a riferimento, dove questa tipologia è maggiormente applicata e studiata in letteratura. La differenza è motivata dai climi differenti, di cui si riportano alcune variabili in Fig. 6. In generale, ad Ostia, dove il clima è più caldo e meno ventoso durante tutto l'anno, i consumi sono generalmente minori rispetto ad Amsterdam e Londra di circa 15 kWh/m<sup>2</sup> ogni anno (Tabella 1 e Fig. 5). Più nel dettaglio, come sopra riportato, ad Ostia è prevalente il consumo per il raffrescamento (visibile anche nel picco presente nel grafico durante i mesi estivi, in Fig. 7). A fronte dei consumi estivi di Amsterdam e Londra di circa 850 kWh, quello di Ostia è più di tre volte superiore, pari a oltre 3000 kWh. Al contrario, durante la stagione fredda, il consumo di Ostia è meno di 1/3 di quello delle altre città (meno di 3000 kWh contro 9000-9600 kWh). Si riscontra quindi circa lo stesso rapporto di 1/3 tra i consumi per riscaldamento (Ostia 1, Londra e Amsterdam 3) e raffrescamento (Londra e Amsterdam 1, Ostia 3).

Dalle analisi condotte, si possono trarre due ordini di conclusioni. La prima è che la capacità di adattamento all'inondazione non peggiora se non in minima parte la prestazione energetica rispetto alla soluzione non resiliente (dal confronto casa semi-ipogea e casa anfibia). La seconda è

che, nella città mediterranea, le strategie di efficientamento energetico per queste tipologie devono mirare a ridurre i consumi per il raffrescamento estivo.

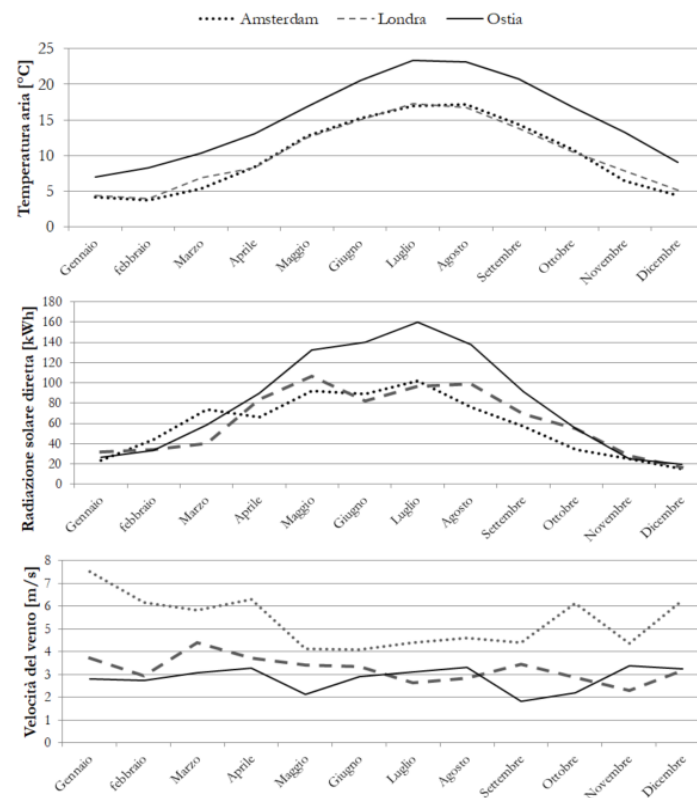


Fig. 6. Condizioni climatiche relative alle località selezionate.



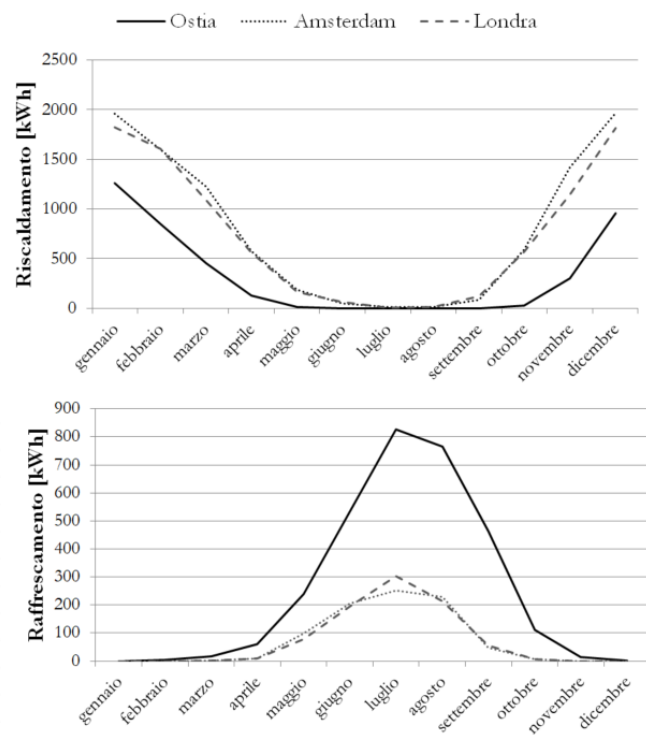


Fig. 7. Consumo di energia mensile per il riscaldamento e il raffrescamento.

Si deve sottolineare che la possibilità di raggiungere una soddisfacente prestazione energetica nelle case anfibe e galleggianti è un fattore tutt'altro che trascurabile e, una volta che ne sia accertata la sussistenza, conferma e incoraggia lo sviluppo della ricerca sulle tipologie resilienti in esame.

## Conclusioni

In questa ricerca sono state prese in considerazione due tipologie di edificio peculiari, progettate e sempre più utilizzate per far fronte all'aumentato rischio di inondazione a seguito di eventi piovosi estremi. Tale rischio, secondo report delle Nazioni Unite, crescerà nei prossimi anni, come effetto del cambiamento climatico in corso. Le case anfibe e galleggianti sono soluzioni tramite cui l'ambiente costruito può contribuire alla resilienza e all'adattamento delle aree urbane rispetto a questi fenomeni, mitigandone il rischio e contribuendo a salvaguardare la sicurezza ed il benessere della popolazione. Questi edifici sono diffusi soprattutto in paesi con clima non-mediterraneo: in questo contributo, oltre ad analizzare le caratteristiche costruttive, si è voluta valutare la tipologia, così come applicata in Olanda e nel Regno Unito, localizzandola nella città di Ostia (RM), che presenta una situazione critica in termini di rischio da inondazione e, allo stesso tempo, una situazione climatica tipicamente mediterranea. Le simulazioni dinamiche svolte hanno dimostrato come la tipologia considerata abbia una prestazione energetica migliore che in Olanda e Regno Unito, ma possa essere molto migliorata in termini di consumi per il raffrescamento estivo. Inoltre, la prestazione non è significativamente peggiore, in termini di consumi energetici, in tutte e tre le località analizzate, a quella di un edificio tradizionale semi-ipogeo, simile per disposizione rispetto al terreno.

A conclusione di questa prima fase dello studio, si può dire che la tipologia anfiba è una promettente possibilità per aumentare la resilienza in alcune aree urbane nel mediterraneo, mentre studi futuri dovrebbero approfondire l'applicazione di strategie passive per il raffrescamento, per migliorarne la prestazione. Anche la fattibilità economica e normativa dovrebbero essere valutate nel dettaglio.

## Bibliografia

1. United Nations (2018) World Urbanization Prospect
2. Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2014) Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. *Clim Chang* 2013 - Phys Sci Basis 1542:1–30 . doi: 10.1017/CBO9781107415324
3. Moriarty P, Honnery D (2015) Future cities in a warming world. *Futures* 66:45–53 . doi: 10.1016/j.futures.2014.12.009
4. McCarthy MP, Best MJ, Betts RA (2010) Climate change in cities due to global warming and urban effects. *Geophys Res Lett* 37:n/a-n/a . doi: 10.1029/2010GL042845
5. Oke TR (1982) The energetic basis of the urban heat island. *Q J R Meteorol Soc* 108:1–24 . doi: 10.1002/qj.49710845502
6. Taha H (1997) Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy Build* 25:99–103 . doi: 10.1016/S0378-7788(96)00999-1
7. ISPRA (2018) Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2018
8. Morrison A, Westbrook CJ, Noble BF (2017) A review of the flood risk management governance and resilience literature. *J Flood Risk Manag.* doi: 10.1111/jfr3.12315
9. Surging Seas. <https://seeing.climatecentral.org/#12/40.7298/-74.0070?show=lockinAnimated&level=0&unit=feet&pois=hide>. Accessed 27 Apr 2019
10. Bowker P, Escarameia M, Tagg A (2007) Improving the Flood Performance of New Buildings - Flood Resilient Construction. *Communities* 100
11. English E, Klink N, Turner S (2016) Thriving with water: Developments in amphibious architecture in North America. E3S Web Conf. doi: 10.1051/e3sconf/20160713009
12. Gersonius B, Ashley R, Salinas-Rodríguez C, et al (2016) Flood resilience in Water Sensitive Cities: Guidance for enhancing flood resilience in the context of an Australian water sensitive city. 1–77
13. Rode S, Guevara S, Bonnefond M (2018) Resilience in urban development projects in flood-prone areas: a challenge to urban design professionals. *Town Plan Rev* 89:167–190 . doi: 10.3828/tpr.2018.10
14. Nilubon P, Veerbeek W, Zevenbergen C (2016) Amphibious Architecture and Design: A Catalyst of Opportunistic Adaptation? – Case Study Bangkok. *Procedia - Soc Behav Sci* 216:470–480 . doi: 10.1016/j.sbspro.2015.12.063
15. Barker R, Coutts R (2016) *Aquatecture*. RIBA Publishing
16. BACA Architects. <https://www.baca.uk.com>
17. Marlies Rohmer Architects & Urbanists. <http://www.rohmer.nl/>
18. Waterstudio. <https://www.waterstudio.nl/>
19. Attika Architekten. <http://www.attika.nl/#filter=.projecten>
20. ABC Arkenbouw. <https://www.hollandhouseboats.com/>
21. Dura Vermeer. <https://en.duravermeer.nl/>
22. MOS Architect. <https://www.mos.nyc>
23. Mariani S, Rosso F, Ferrero M (2018) Building in Historical Areas: Identity Values and Energy Performance of Innovative Massive Stone Envelopes with Reference to Traditional Building Solutions. *Buildings* 8:17 . doi: 10.3390/buildings8020017

## Ringraziamenti

alla nostra comunità scientifica per avere ideato Colloqui.AT.e che, ancora oggi, rappresentano un importante momento di confronto e arricchimento culturale

a tutti coloro che hanno lavorato alla doppia revisione anonima dei contributi al Convegno

a Carlo Caldera per il coordinamento di tutta l'équipe

a Elisabetta Galatola per l'ideazione del logo del Congresso

a Marco Zerbinatti per il disegno a pié di pagina del profilo di Torino

a Sara Fasana e Marco Zerbinatti per il progetto delle pagine dei contributi

a Giuliana Di Mari e Antonio Vottari per le fotografie di copertina

## Colloqui.AT.e 2019 è stato patrocinato da:

Politecnico di Torino

R3C - Interdepartmental Center Responsible Risk Resilience Centre

Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino

Ordine degli Architetti Paesaggisti Pianificatori e Conservatori della Provincia di Torino

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Novara

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Vercelli

ANCE Torino - Collegio Costruttori Edili

Do.Co.Mo.Mo. Italia - Associazione italiana per la documentazione e la conservazione degli edifici e dei complessi urbani moderni

Associazione Alumni Polito

Associazione culturale LandscapeFOR

A.I.D.I.A. - Associazione Italiana Donne Ingegneri e Architetti

## Colloqui.AT.e 2019 è stato sostenuto da:

Idrocentro S.p.A. - Unimetal

Co.Ge.Fa S.a.s. - costruzioni edili

Domus Ristrutturazioni S.r.l.

Gruppo AMAG - PAG

Mario Castellino 1933 - marmi, pietre, legno

Traiano Luce 73

Torino Inspiring Places a flyer guide

Gioelli Cane



POLITECNICO  
DI TORINO



POLITECNICO  
DI TORINO

Dipartimento  
di Ingegneria Strutturale,  
Edile e Geotecnica



ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI  
TORINO



ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI  
VERCELLI

ANCE  
TORINO  
COLLEGIO  
COSTRUTTORI  
EDILI

do.co.mo.mo  
italia



Unimetal.net

idrocentro



DOMUS  
ristrutturazioni



Torino  
Inspiring  
Places  
a flyer guide

GIOIELLI  
CANE

MARIO CASTELLINO  
marmi • pietre • legno

1933





Colloqui.AT.e 2019 (Torino) si pone in continuità con le precedenti edizioni 2014 (Vico Equense), 2015 (Bologna), 2016 (Matera), 2017 (Ancona), 2018 (Cagliari) anche nell'intento di delineare l'orizzonte tematico della ricerca associata al settore scientifico disciplinare ICAR/10 in relazione sia con gli ambiti di pertinenza della disciplina, sia con le istanze poste dalla società, in termini di bisogni, di valorizzazione delle risorse e di dinamiche di sviluppo associate all'innovazione tecnica.

Foto di copertina: Giuliana Di Mari e Antonio Vottari



9 788885 745315