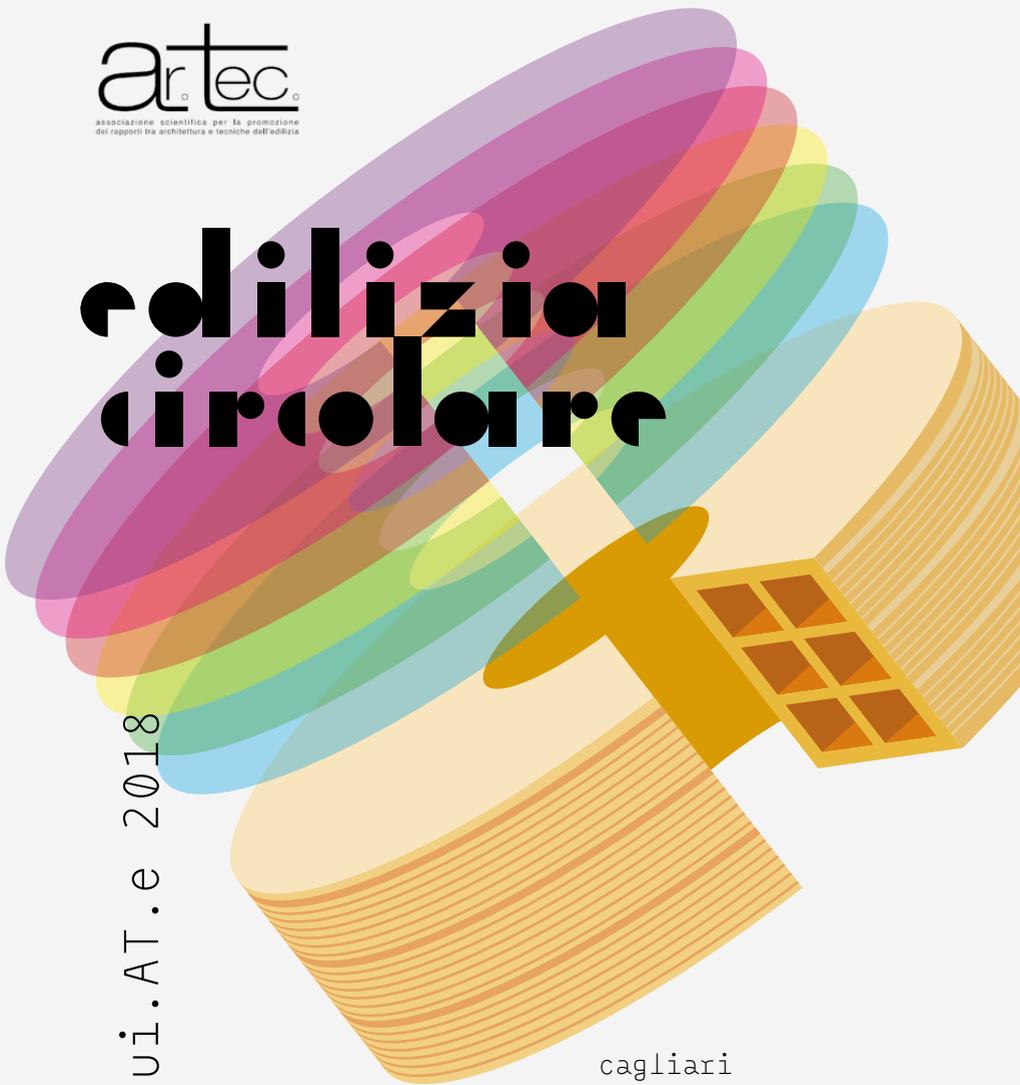


# edilizia circolare



Colloqui.AT.e 2018

a cura di:  
Fausto Cuboni  
Giuseppe Desogus  
Emanuela Quaquero

cagliari  
12-14 settembre 2018



# **Colloqui.AT.e 2018**

**EDILIZIA CIRCOLARE**

**a cura di**

**Fausto Cuboni, Giuseppe Desogus, Emanuela Quaquero**

*Cagliari, 12-14 settembre 2018*

I curatori, l'editore, gli organizzatori ed il Comitato Scientifico non possono essere ritenuti responsabili né per il contenuto, né per le opinioni espresse all'interno degli articoli.

Gli articoli pubblicati, i cui contenuti sono stati dichiarati originali dagli autori stessi, sono stati sottoposti ad un processo di *blind review*.

Il volume è a cura di:

*Fausto Cuboni, Giuseppe Desogus, Emanuela Quaquero*

Grafica di copertina:

*Stefano Asili*

EdicomEdizioni  
Monfalcone (Gorizia)  
tel. 0481/484488  
fax 0481/485721  
info@edicomedizioni.com  
www.edicomedizioni.com  
www.edicomstore.it

© Copyright EdicomEdizioni

Vietata la riproduzione anche parziale di testi, disegni e foto se non espressamente autorizzata. Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e delle convenzioni internazionali.

ISBN 978-88-96386-75-0

Prima edizione ottobre 2018

---

# INDICE

COMITATO ORGANIZZATORE	12
L'EDILIZIA DEL TERZO MILLENNIO: NUOVI PARADIGMI PER L' <b>ARCHITETTURA TECNICA</b> TRA RECUPERO / RIQUALIFICAZIONE E RINNOVO / RIGENERAZIONE URBANA di Antonello Sanna	15

## A - CONSTRUCTION HISTORY AND PRESERVATION

### MAIN SESSION

LA SFIDA CONTEMPORANEA DELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA: RICOSTRUIRE LO SPAZIO. SISTEMI VOLTATI IN PIETRA REALIZZATI IN CANTIERE E NEI LABORATORI DIDATTICI UNIVERSITARI Tiziana Campisi, Mario Li Castri	22
RELAZIONE TRA PRESTAZIONI MECCANICHE ED ENERGETICHE NELL'ANALISI QUALITATIVA DELLE MURATURE STORICHE Enrico Genova, Calogero Vinci	32
SOCIALISMI PREFABBRICATI: TIPI EDILIZI E SISTEMI COSTRUTTIVI PER LA RESIDENZA IN UNIONE SOVIETICA E NEI PAESI DELL'EUROPA ORIENTALE. PROSPETTIVE PER IL LORO RECUPERO. Angelo Bertolazzi, Giorgio Croatto, Michelangelo Savino, Umberto Turrini, Giovanni Santi	42
ARCHITETTURE, LUOGHI, PAESAGGI. I CENTRI EDIFICATI DELLA COSTIERA AMALFITANA TRA CONOSCENZA E RECUPERO Federica Ribera, Pasquale Cucco	52
LA VULNERABILITÀ DEI CENTRI STORICI. METODI SPEDITIVI Grazia Lombardo	64
IL COMPLESSO CAPRANICA A ROMA. EVOLUZIONE E INVOLUZIONE DI UNA COSTRUZIONE Cesira Paolini, Marina Pugnaletto	74
L'ARTE DELLA CARPENTERIA LIGNEA NELLE COPERTURE DELL'ARCHITETTURA COLONIALE CUBANA DEL XVI-XVIII SECOLO Giorgia Predari, Riccardo Gulli	84
METODI PER LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI AGGREGATI EDILIZI: UN CONFRONTO TRA PROCEDURA SPEDITIVA E VERIFICHE ANALITICHE Giorgia Predari, Giovanni Mochi	94
STRUTTURA E ARCHITETTURA NELLA SCUOLA ITALIANA DI INGEGNERIA. IL	

“RIDISEGNO RICOSTRUTTIVO” E LA STAMPA 3D COME STRUMENTI DI CONOSCENZA Gianluca Capurso, Ilaria Giannetti	104
RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE ED ENERGETICA DI UNA ARCHITETTURA INDUSTRIALE IN C.A. PREFABBRICATO: LO STABILIMENTO SELECO DI GINO VALLE Maria Vittoria Santi	114
IL RECUPERO DI EDIFICI EX ECCLESIASTICI A USO UNIVERSITARIO A PAVIA Simone Lucenti	124
INDIRIZZI DI REVERSIBILITÀ NEL RECUPERO DI INVOLUCRI EDILIZI STORICI: IL CASO DEI MAGAZZINI DEL PORTO VECCHIO DI TRIESTE Nicola Strazza, Carlo Antonio Stival, Ilaria Garofolo	138
TECNICHE ANTISISMICHE VERNACOLARI, STRATEGIE PER UNA RIPROPOSIZIONE LOCALE Chiara Braucher	149
IL PALAZZO INA A IGLESIAS DI ENRICO MANDOLESÌ. PROGETTO E COSTRUZIONE Antonello Sanna, Giuseppina Monni, Fausto Cuboni, Emanuela Quaquero	159
GAETANO CIMA E IL PANTHEON DI GUASILA. LA DIAGNOSTICA APPLICATA ALL'ARCHITETTURA Paolo Sanjust, Fausto Mistretta, Giuseppina Vacca, Silvana Maria Grillo, Gian Piero Deidda, Elisa Pilia	169
LE TRASFORMAZIONI DEI WATERFRONT NEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE. IL CASO STUDIO DELLA CITTÀ DI SALERNO Pierfrancesco Fiore, Enrico Sicignano, Emanuela D'Andria	179
PROTEZIONE E MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI ANTINCENDIO NEI TEATRI ALL'ITALIANA Calogero Vinci, Naeimehalsadat Zarabadi	189
GESTIONE DI ATTIVITÀ COMPLESSE NEGLI EDIFICI STORICO-MONUMENTALI: UN APPROCCIO SPERIMENTALE PER LA PREVENZIONE INCENDI IN PALAZZO VECCHIO Tommaso Giusti, Vito Getuli, Pietro Capone	199
L'EDILIZIA MODULARE: LA LEZIONE DELLA CASA A SCHIERA STORICA DI IGLESIAS Fausto Cuboni, Laura Brandinu, Leonardo G.F. Cannas	209
IDEE PROGETTUALI PER RIGENERARE IL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO: DUE COMPLESSI ARCHITETTONICI STORICI NEL CUORE ANTICO DI NAPOLI Mariangela Buanne, Mattia Squillacciotti, Ilaria Scognamiglio, Marina Fumo	219
RIQUALIFICAZIONE DELL'ARCHITETTURA DEL SECONDO NOVECENTO: TRA RESPONSABILITÀ AMBIENTALE E CONSERVAZIONE Daniela Bosia, Gentucca Canella, Tanja Marzi, Lorenzo Savio	229
L'HABITAT MODERNO AD ALGERI TRA INDIVIDUALE E COLLETTIVO. MATERIALI PER UN REPERTORIO DELLA TRASFORMAZIONE Carlo Atzeni, Silvia Mocci	239
IL COMPLESSO DEL CUPONE NELLA SILA DEI PRIMI DEL NOVECENTO Valentina Guagliardi	249
SCENARI INNOVATIVI PER LA TUTELA DEL COSTRUITO STORICO MEDIANTE L'USO DI GEODATABASE: IL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO MATRICE DI IGLESIAS Laura Brandinu, Leonardo G.F. Cannas, Giorgio Chessa, Fausto Cuboni, Sergio Mocci, Marco Piras	259

L'HABITAT MODERNO DI DERB JDID A CASABLANCA. PROCESSI E MODIFICAZIONI Silvia Mocchi	269
TIPO, COSTRUZIONE E PRESTAZIONE IN ALCUNI ESEMPI DELL'EDILIZIA STORICA MINORE NEL CENTRO ITALIA Edoardo Currà, Carlo Cecere, Alessandro D'Amico, Emanuele Habib, Michele Morganti, Malte Nettekoven, Martina Russo e Laura Severi	281
CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E COMPORTAMENTO SISMICO DEI CAMPANILI ESEMPI SIGNIFICATIVI NEL TERRITORIO DELL'ALTA IRPINIA Francesco Polverino, Antonio Formisano, Paolo Liguori, Adriana Luciano	292
CAPTARE, CONSERVARE, DISTRIBUIRE. LA VALLE DEI MULINI DEL RIO MANNU NELL'AGRO DEL MONTIFERRU Francesco Marras	302
CONSERVAZIONE E TRASFORMAZIONE DEI CENTRI STORICI MEDITERRANEI VERSO MODELLI RESILIENTI Mariella De Fino, Elena Cantatore, Fabio Fatiguso	311
LE CASE INA DI ENRICO MANDOLESI A CAGLIARI, 1960-1963 Antonello Sanna, Giuseppina Monni, Emanuela Quaquero	321
DIAGNOSI DEL PATRIMONIO COSTRUITO CON IL SUPPORTO DI MODELLI 3D FOTOREALISTICI Mariella De Fino, Rosella Galantucci, Albina Sciotti, Fabio Fatiguso	332
MODIFICAZIONI DELLA CASA A CORTE IN SARDEGNA Federico Aru	342
PROTOCOLLI CONOSCITIVI INTEGRATI PER LA TUTELA E LA RICONVERSIONE DEL PATRIMONIO MILITARE. APPLICAZIONI SPERIMENTALI SULLE CASERME DI CAGLIARI Donatella Rita Fiorino, Elisa Pilia, Monica Vargiu	352
MATERIALI PER IL RECUPERO DEI GRANDI CONTENITORI RURALI: LE AZIENDE STORI- CHE DI SU DOMINARIU E CASAL DEL RE Francesco Marras, Roberto Sanna	366
I PICCOLI PADIGLIONI UNIVERSITARI PROGETTATI DA ENRICO MANDOLESI A CAGLIARI Antonello Sanna, Giuseppina Monni, Emanuela Quaquero	376
RECUPERO DEI QUARTIERI "OLTRE IL CANNAS" DI EUGENIO MONTUORI. MATERIE RESIDUALI DELL'UTOPIA URBANA DI CARBONIA. IL CASO DEI "PISTONI". Adriano Dessi	388
RECUPERO DEI QUARTIERI OLTRE IL CANNAS DI EUGENIO MONTUORI. APPROPRIAZIONI E ADATTAMENTI DELLA CARBONIA INCOMPIUTA. IL CASO DEI "TIPI B A BALLATOIO" Adriano Dessi	399
L'ANTICA FABBRICA "LA CERAMO": VESTIGIA ARABE NELLA CITTÀ DI VALENCIA Luis Manuel Palmero Iglesias, Antonella Guida, Graziella Bernardo, Vito Domenico Porcari	409
LA PROGETTAZIONE MULTIDISCIPLINARE DELLA FIRE SAFETY ENGINEERING: OPPORTUNITÀ ED EVOLUZIONI OPERATIVE Roberto Vancetti, Rossana Cardone	419

## **A - CONSTRUCTION HISTORY AND PRESERVATION**

### **PHD SESSION**

SUI CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI EDIFICI STORICI: REGOLE EMPIRICHE E BASI SCIENTIFICHE Fabio De Guglielmo	432
PATRIMONIO ARCHITETTONICO DIFFUSO: LE MASSERIE DELLE MADONIE COME ESEMPIO DI UNA "ARCHEOLOGIA PREINDUSTRIALE" Andrea D'Amore	442
IL FASCICOLO DEL FABBRICATO: UNA PROPOSTA OPERATIVA PER IL RECUPERO E LA MANUTENZIONE DELL'"ARCHITETTURA MODERNA" A MESSINA Alessandra Cernaro	452
LE GEOMETRIE CONOIDI DI GIORGIO BARONI PER COPERTURE SOTTILI IN CEMENTO Martina Russo	463
CARATTERI COSTRUTTIVI E MORFOLOGICI DEGLI STABILIMENTI DI PRODUZIONE SACCARIFERA IN ITALIA. IL RUOLO DELLE OFFICINE REGGIANE E LO ZUCCHERIFICIO DI POLICORO Laura Severi	473
LA VALORIZZAZIONE A FINI SOCIALI DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE ECCLESIASTICO: UN PROCESSO DI ECONOMIA CIRCOLARE Francesca Giani	483
SISTEMI INDUSTRIALIZZATI INNOVATIVI E NON INVASIVI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL CONTENUTO UMIDO E PER IL RISANAMENTO DELLE MURATURE STORICHE AFFETTE DA UMIDITÀ DA RISALITA CAPILLARE Veronica Vitiello	493
SALVAGUARDIA, CONOSCENZA E VALORIZZAZIONE DEI PATRIMONI E DEI PAESAGGI IDENTITARI: IL MOVIMENTO MODERNO IN ITALIA. LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE ED IL RECUPERO DI UN PASSATO RECENTE, TRA TECNICA E ARCHITETTURA Pier Pasquale Trausi	503

## **B - CONSTRUCTION AND BUILDING PERFORMANCE**

### **MAIN SESSION**

SPAZI ARCHITETTONICI COGNITIVI PER LA SICUREZZA DELLE PERSONE IN EMERGENZA: VERSO LO SVILUPPO DI COMPONENTI EDILI INTERATTIVI Silvia Santarelli, Gabriele Bernardini, Enrico Quagliarini, Marco D'Orazio	514
BUILDING HERITAGE COGNITIVO: UN SISTEMA PER LA GESTIONE E LA CONSERVAZIONE DELL'EDIFICIO STORICO Benedetta Gregorini, Andrea Gianangeli, Gabriele Bernardini, Enrico Quagliarini e Marco D'Orazio	529
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DI EDIFICI: INFLUENZA DELLA DURATA DI VITA DEI COMPONENTI SULLA VALUTAZIONE COSTI-BENEFICI Marco D'Orazio, Elisa Di Giuseppe	540
SERRAMENTI SMART - ACCESSORI INNOVATIVI PER "INNOVARE" Ornella Fiandaca, Raffaella Lione	550

EFFICIENZA ENERGETICA, SICUREZZA SISMICA E DIMENSIONE SOCIALE NELLE ADDIZIONI DI FACCIAIA	561
Annarita Ferrante, Anastasia Fotopoulou, Lorenzo Badini, Giorgia Predari, Giovanni Mochi, Giovanni Semprini, Riccardo Gulli, Margarita Assimakopoulos, Dimitra Papadaki	
SISTEMA DI MISURA E CONTROLLO OTTIMALE DELLE LUCI BASATO SU MODELLI COMPORTAMENTALI	572
Francesca Stazi, Federica Naspi, Marco Arnesano, Gian Marco Revel, Marco D’Orazio	
DALLA CULLA ALLA CULLA, IL CICLO INFINITO DELL’ALLUMINIO: SPERIMENTAZIONE PROGETTUALE DI UN NUCLEO RESIDENZIALE	582
Michele Di Sivo, Giovanni Santi, Cristiana Cellucci	
STUDIO DI UN SISTEMA PREFABBRICATO INTEGRATO PER COPERTURE A FALDA	593
Angelo Lucchini, Enrico Sergio Mazzucchelli, Alberto Stefanazzi, Giulio Cavalcante	
COSTRUIRE IN EMERGENZA: PROGETTO DI UN RIFUGIO EFFICIENTE, SOSTENIBILE E DI RAPIDA INSTALLAZIONE	603
Santi Maria Cascone, Carla Caruso, Giuseppe Russo, Nicoletta Tomasello	
ABITAZIONI MODULARI PER L’EMERGENZA COSTRUITE CON MATERIALE RIUTILIZZATO	613
Santi Maria Cascone, Renata Rapisarda, Giuseppe Russo e Nicoletta Tomasello	
APPLICAZIONE DEI SENSORI ULTRASONICI PER L’OTTIMIZZAZIONE DELLA MANUTENZIONE DEGLI EDIFICI INTELLIGENTI	623
Juan Diego Blanco Cadena, Nicola Moretti, Tiziana Poli, Fulvio Re Ceconi	
VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE E STRUTTURALI DEGLI EDIFICI ABUSIVI	633
Luigi Mollo, Rosa Agliata, Ilaria G. Barracca	
ANALISI PRELIMINARE DEL RAPPORTO FRA PERMITTIVITÀ ELETTRICA E CONDUCIBILITÀ TERMICA IN MATERIALI PER L’EDILIZIA	643
Francesco Finotti, Arnaldo M. Tonelli, Rossano Albatici, Leonardo Ricci	
CITTÀ MEDITERRANEA E RISCHIO IDRAULICO: SOLUZIONI INTEGRATE PER LA RESILIENZA A SCALA URBANA ED EDILIZIA	654
Simona Mannucci, Silvia Mariani, Federica Rosso, Michele Morganti	
MODULARE, RESILIENTE, RICICLATA: LA CASA CONTAINER	665
Emilia Garda, Marika Mangosio, Claudio Pagliuso	
I RIFIUTI EDILI: STRATEGIE DI RIDUZIONE DAL PROGETTO ALLA DEMOLIZIONE	675
Enrico Dassori, Clara Vite, Andrea Bongiovanni, Lorenzo Cavallero	
RIFLESSIONI SULL’INDUSTRY 4.0 NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI	685
Vittoria Bonini, Paolo Galelli, Alessio Minetto, Renata Morbiducci, Ilaria Delponte, Simonetta Cenci	
TECNOLOGIA EC PER IL RECUPERO FUNZIONALE DELL’AULA ESERCITAZIONI NELL’ISTITUTO DI GENETICA DI ENRICO MANDOLESI	695
Gianraffaele Loddo, Daniela Ludoni, Roberto Innamorati, Luca Manca	
SPERIMENTAZIONE DELLA TECNOLOGIA A NEUTRALIZ-ZAZIONE DI CARICA: DIAGNOSI ED EFFICACIA PRESTAZIONALE	706
Roberto Castelluccio, Veronica Vitiello, Maria Infante	
FACILITY MANAGEMENT DEL PATRIMONIO EDILIZIO UNIVERSITARIO	716
Marco Morandotti, Laura Gobbi	

IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE ECO SYSTEM TEMPORARY HOUSE - ESTH Liala Baiardi, Valentina Puglisi	728
LA MAPPATURA DEI DATI SU CONSUMI ENERGETICI E CONDIZIONI DI COMFORT DI UN EDIFICIO ESISTENTE ATTRAVERSO LA MODELLAZIONE INFORMATIVA Antonello Sanna, Angelo Luigi Camillo Ciribini, Giuseppe Martino Di Giuda, Gianluca Gatto, Valentina Villa, Emanuela Quaquero, Lavinia Chiara Tagliabue, Giuseppe Desogus.	736
NUOVI PARADIGMI PER UN METABOLISMO URBANO CIRCOLARE: TINY HOUSE REVOLUTION Carlo Ostorero	746
IL PROGETTO DI RESTAURO DELLA BIBLIOTECA “NINO COLOMBO” A BEINASCO – (TO) COME RECUPERO DEL PROGETTO DI CULTURA CONDIVISA SECONDO LUIGI EINAUDI E BRUNO ZEVI Carlo Ostorero, Andrea Ferro	756
L’UTILIZZO DI VETRATE ELETTRCROMICHE PER IL COMFORT TERMICO INTERNO IN CLIMA MEDITERRANEO Andrea Frattolillo, Luca Manca, Roberto Innamorati, Gianraffaele Loddo	766
VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA, SECONDO UN APPROCCIO LCA Antonello Monsù Scolaro, Ernesto Antonini	778
STATO DELL’ARTE ED EVOLUZIONE DELL’ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI NEL CONTESTO EUROPEO. Graziano Salvalai, Marta Maria Sesana, Manuela Grecchi	789
DALLA FORESTA AL RIFUGIO: NUOVI MODELLI DI EDILIZIA CIRCOLARE IN FINLANDIA Renato Morganti, Alessandra Tosone, Matteo Abita, Danilo Di Donato	798
GUSCI DI TERRA E FIBRE VEGETALI Maddalena Achenza	808

## **B - CONSTRUCTION AND BUILDING PERFORMANCE**

### **PHD SESSION**

UNO STRUMENTO PER LA RIQUALIFICAZIONE DELL’EDILIZIA OSPEDALIERA PEDIATRICA: L’OSPEDALE PAUSILIPON DI NAPOLI Francesca Primicerio	820
SVILUPPO E OTTIMIZZAZIONE DELL’IMPALCATO “INTEGRO FLOOR SYSTEM PRFV” Davide Prati	831
MATERIALI BIDIMENSIONALI PER LE COSTRUZIONI: SPERIMENTAZIONI E SVILUPPI APPLICATIVI Salvatore Polverino	843
TECNOLOGIA E PRESTAZIONI DEGLI ELEMENTI OPACHI DELL’INVOLUCRO EDILIZIO Stefano Cascone	853
VERSO LA PROGETTAZIONE INTEGRATA: SVILUPPO SOSTENIBILE E INDUSTRIA 4.0 Clara Vite	863
LA VALUTAZIONE DELL’IMPATTO AMBIENTALE DI PRODOTTI PER L’EDILIZIA	

---

CIRCOLARE 873  
Chiara Salaris, Andrea Frattolillo, Giovanna Concu, Roberto Ricciu

## **C - BUILDING AND DESIGN TECHNIQUES**

### **MAIN SESSION**

- PROCEDURA PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI EDIFICI RESIDENZIALI INDUSTRIALIZZATI IN ITALIA 886  
Frida Bazzocchi, Vincenzo Di Naso, Sara Ticci
- IL PROGETTO CENTRATO SUGLI ANZIANI: UN NUOVO OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ PER LA RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI RESIDENZIALI ESISTENTI 896  
Emilia Conte
- IL QUARTIERE CAPPUCCINELLI A TRAPANI: PER UN INTERVENTO DI RETROFIT SOSTENIBILE ATTRAVERSO L'USO DELLA VEGETAZIONE 906  
Rossella Corrao
- IL PROGETTO MODELLATO SULLA COMMITTENZA. LE OPERE DI MARIA GIUSEPPINA GRASSO CANNIZZO 918  
Corrado Fianchino, Gaetano Sciuto
- MODELLO DI CONTROLLO TERMICO PASSIVO PER LA MITIGAZIONE DEL FENOMENO ISOLA DI CALORE URBANA 927  
Giacomo Di Ruocco, Michele Grimaldi, Alessandra Sessa
- GREEN FAÇADES E RISPARMIO ENERGETICO. RIQUALIFICAZIONE DI UN EDIFICIO IN CLIMA MEDITERRANEO 939  
Gaetano Sciuto, Carolina Leone, Stefano Cascone e Gianpiero Evola
- OTTIMIZZAZIONE E MISURE COMPARATIVE PER LA STRATEGIA DI ADDIZIONE NEL RETROFIT DEL SOCIAL HOUSING DEGLI ANNI '80 IN ITALIA 949  
Barbara Gherri
- LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE DALLA SCALA URBANA ALLA SCALA EDILIZIA 959  
FROM THE URBAN TO THE BUILDING SCALE  
Rossana Paparella, Mauro Caini, Daniele Rizzo
- SICUREZZA AL FUOCO E RIQUALIFICAZIONE DELLE FACCIATE DI EDIFICI DI GRANDE ALTEZZA 969  
Enrico Sergio Mazzucchelli, Angelo Lucchini, Alberto Stefanazzi
- GREEN SCHOOLS PER LA GREEN EDUCATION. UN'ESPERIENZA DI PROGETTO PARTECIPATO 979  
Laura Tridente, Antonietta Scurani, Francesco Iannone
- LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE CONTROLLATA MEDIANTE BUILDING AUTOMATION IN EDIFICI SCOLASTICI. IL CASO DELLA SCUOLA "MICHELANGELO" IN BARI. 990  
Giuseppe Carbonara, Guido R. Dell'Osso, Alessandro Rinaldi, Francesco Iannone
- RIGENERAZIONE URBANA ED ECONOMIA CIRCOLARE: LE POTENZIALITÀ DEL RECUPERO DEL PATRIMONIO DI ARCHEOLOGIA INDUSTRIALE 1000  
Laura Elisabetta Malighetti, Daniela Besana, Angela Colucci

FRUIBILITÀ INCLUSIVA DI LUOGHI E SENTIERI NATURALISTICI IN TRENINO Michela Dalprà, Barbara Bauer	1010
INFLUENZA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO SUL CLIMA OUTDOOR: STUDIO DI UN CANYON URBANO IN CLIMA MEDITERRANEO Damiano Cimino, Gianpiero Evola, Giuseppe Margani, Cristina Magri, Emanuele Naboni	1020
STRATEGIE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'EDILIZIA SCOLASTICA IN CLIMA MEDITERRANEO Simona Colajanni	1031
CLASSIFICAZIONE E STANDARDIZZAZIONE INFORMATIVA PER LA PROGETTAZIONE ASSISTITA BIM BASED Carlo Zanchetta, Rossana Paparella, Elisa Castagna	1041
UNA DOMANDA COMPUTAZIONALE A SUPPORTO DELLA MODELLAZIONE INFORMATIVA Giuseppe Martino Di Giuda, Manuela Grecchi, Valentina Villa, Mirko Locatelli, Laura Pellegrini	1051
ANALISI MULTI-CRITERIALI E ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE PER LA PROGETTAZIONE BASATA SUL COMFORT Carlo Zanchetta, Cristina Cecchini, Caterina Bellotto	1060
STRATEGIE PER LA SOSTENIBILITÀ DEI PAESAGGI DELLA LUNGA DURATA: ARCHITETTURE TEMPORANEE E AUTOCOSTRUITE NELLO SPAZIO RURALE DELLA SARDEGNA Carlo Atzeni	1070
L'APPLICAZIONE DEL CONCETTO DI SMART VILLAGE NEL TERRITORIO ITALIANO Enrico Dassori, Alberto Messico, Renata Morbiducci, Andrea Morini, Salvatore Polverino e Clara Vite	1080
COMFORT ABITATIVO E QUALITÀ EDILIZIA NEL RECUPERO DEL PATRIMONIO COSTRUITO NEGLI ANNI '70 Cecilia Mazzoli, Luca Guardigli, Riccardo Gulli	1090
CONTRASTARE LA POVERTÀ ENERGETICA Renata Morbiducci, Alberto Messico, Andrea Morini, Clara Vite, Federica Franza, Fabio Gerosa	1100
RIQUALIFICARE CON MATERIALI BIOGENICI: LE POTENZIALITÀ DI STOCCAGGIO DI CO2 DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI EUROPEI Francesco Pittau, Gabriele Lumia, Guillaume Habert e Giuliana Iannaccone	1110
SISTEMI BIM PER LA PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE DI UN EDIFICIO: IL NODO DI SCAMBIO AD AMATRICE Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi, Matteo Molinari	1120
IL MIX DESIGN DELLE MALTE CON INERTI RICICLATI PER EDIFICI SOSTENIBILI Maurizio Nicoletta, Alessio Pino	1130
UN NUOVO PENSIERO PARAMETRICO DIGITALE NEL SETTORE A.E.C. Paolo Fiamma	1140
PIANIFICAZIONE E GESTIONE DEL CICLO DI VITA DI EDIFICI ESISTENTI DI SOCIAL HOUSING Luca Guardigli, Marco Bragadin, Annarita Ferrante, Riccardo Gulli	1150
APPROCCI DI ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATI AGLI STADI: DALLE ANTICHE CAMPAGNE DI SPOGLIO ALLA DEMOLIZIONE CON RECUPERO DI FRAZIONI. IL CASO DELLO STADIO DI CAGLIARI Ginevra Balletto, Luisa Pani, Giovanni Mei, Giuseppe Borruso	1161

---

UN PROTOCOLLO DIAGNOSTICO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI STORICI ADIBITI A MUSEO: IL CASO DELLA PINACOTECA NAZIONALE DI CAGLIARI Costantino Carlo Mastino, Giovanna Concu, Roberto Baccoli, Nicoletta Trulli	1171
L'USO DI IMMAGINI UAV PER LA MODELLAZIONE 3D DEGLI EDIFICI Giuseppina Vacca, Giuseppe Furfaro, Andrea Dessì	1181
IMPLEMENTAZIONE DEI GAME ENGINE NELLA VERIFICA D'USO DEGLI EDIFICI ESISTENTI Antonello Sanna, Angelo Luigi Camillo Ciribini, Giuseppe Martino Di Giuda, Gianluca Gatto, Valentina Villa, Emanuela Quaquero, Lavinia Chiara Tagliabue and Giuseppe Desogus	1192
IL RICICLAGGIO DELLE MACERIE DA C&D. DALL'EDIFICIO ALLA STRADA. MONITORAGGIO DELLE PRESTAZIONI IN CONDIZIONI OPERATIVE Mauro Coni, Francesca Maltinti, Francesco Pinna, Silvia Portas	1202
MICROCLIMA URBANO. TECNICHE PER IL MIGLIORAMENTO DEL BENESSERE AMBIENTALE DEGLI SPAZI PUBBLICI Emanuele Mura	1212
EDILIZIA CIRCOLARE E OTTIMIZZAZIONE Mauro Serra	1222

## **C - BUILDING AND DESIGN TECHNIQUES**

### **PHD SESSION**

PROGETTAZIONE DI SCUOLE NZEB: NUOVI MODELLI TIPOLOGICI PER LA SCUOLA DELL'INFANZIA E LA SCUOLA PRIMARIA IN ITALIA. Cecilia Ciacci	1230
MODELLAZIONE INFORMATIVA DEL PATRIMONIO STORICO VERSO L'AUTOMATIZZAZIONE DELLA DIAGNOSI (DA-HBIMM) Silvana Bruno	1241

## Comitato organizzatore

### GIUNTA AR.TEC

GULLI Riccardo | ArTec President  
D'ORAZIO Marco | Board member  
GRECCHI Manuela | Board member

GUIDA Antonella | Board member  
LIONE Raffaella | Board member  
POLVERINO Franco | ArTec Board member

### COMITATO SCIENTIFICO

D'ORAZIO Marco | ArTec Board member  
GEMAK Claudio | SID President  
GRECCHI Manuela | ArTec Board member  
GUIDA Antonella | ArTec Board member  
GULLI Riccardo | ArTec President  
LIONE Raffaella | ArTec Board member  
LUCARELLI Maria Teresa | SiTda President  
MECCA Saverio | IsTeA President  
POLVERINO Franco | ArTec Board member

SANNA Antonello  
CIRIBINI Angelo  
MUSSO Stefano  
DELLA TORRE Stefano  
LOSASSO Mario  
SCIASCIA Andrea  
RAMAZZOTTI Luigi  
CASANOVAS Xavier  
DE GRASSI Mario  
GIRARDI Rodolfo  
DEL MESE Gabriele  
BELLICINI Lorenzo

---

## **ADVISORY BOARD**

ALBATICI Rossano | Università degli Studi di Trento

ATZENI Carlo | Università degli studi di Cagliari

CALDERA Carlo | Politecnico di Torino

CARRARA Gian Franco | Past President ArTec

CASCONE Santi Maria | Università degli Studi di Catania

CECERE Carlo | Università degli Studi La Sapienza

CROATTO Giorgio | Università degli Studi di Padova

DASSORI Enrico | Università degli Studi di Genova

DE TOMMASI Giambattista | Past President ArTec

FATIGUSO Fabio | Politecnico di Bari

FATTA Giovanni | Università degli Studi di Palermo

FUMO Marina | Università degli Studi di Napoli

IORI Tullia | Università degli Studi di Roma Tor Vergata

MORANDOTTI Marco | Università degli Studi di Pavia

MORGANTI Renato | Università degli Studi de L'Aquila

MORNATI Stefania | Università degli Studi di Roma Tor Vergata

PIZZI Emilio | Politecnico di Milano

QUAGLIARINI Enrico | Università Politecnica delle Marche

SICIGNANO Enrico | Università degli Studi di Salerno

## **COMITATO ORGANIZZATIVO**

ATZENI Carlo

LODDO Gianraffaele

SANJUST Paolo

MONSU' SCOLARO Antonello

DI GIUDA Giuseppe

ACHENZA Maddalena

BERNARDINI Gabriele

CUBONI Fausto

DESOGUS Giuseppe

MONNI Giuseppina

QUAQUERO Emanuela

---

## **RIFLESSIONI SULL'INDUSTRY 4.0 NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI**

### *REFLECTIONS ABOUT INDUSTRY 4.0 IN THE CONSTRUCTION SECTOR*

**Vittoria Bonini\*, Paolo Galelli\*, Alessio Minetto\*, Renata Morbiducci\*, Ilaria Delponte\*, Simonetta Cenci\*\***

\* Università degli Studi di Genova - Genova, Italia.  
vbonini.ge@gmail.com, paologalelli@gmail.com, ale.minet.am@gmail.com,  
renata.morbiducci@unige.it, Ilaria.delponte@unige.it,

\*\* Comune di Genova - Assessorato all'Urbanistica e al Demanio. simonetta.cenci@comune.genova.it

#### **Abstract**

Dalla seconda metà del XVIII secolo le rivoluzioni industriali hanno sempre segnato irreversibilmente la società e la città. Con la transizione dal potere muscolare a quello meccanico, dalla semplice elettricità all'elettricità per l'elettronica, evolvendo sino alla transizione dal potere meccanico a quello cognitivo, la città, le sue infrastrutture e costruzioni si sono sempre innovate, rigenerate, evolute, ecc. È l'epoca dell'intelligenza artificiale e del machine learning, dei veicoli autonomi e della realtà aumentata, dei big data e dell'internet delle cose, delle smart factory e dei sistemi cyber fisici. Il presente studio vuole prendere atto della Quarta Rivoluzione Industriale – anche nota come Industry 4.0 – e studiarne gli effetti sul progetto della città contemporanea. Il lavoro si compone di tre parti. La prima è focalizzata sull'analisi della situazione attuale, per comprendere il contesto in cui agisce oggi il progettista e per dare un'idea dell'impatto dirompente che la Quarta Rivoluzione Industriale sta avendo sul territorio, sul settore delle costruzioni e sul modo di progettare. Nella seconda parte si analizzeranno i processi di trasformazione delle città in relazione ai cambiamenti del sistema produttivo, causa scatenante di mutamenti culturali, sociali ed economici. Nella terza parte si proverà a rispondere ad alcuni interrogativi, tra cui: quali sono gli effetti che le reti avranno sulla città dell'Industry 4.0? Come cambierà il ruolo del progettista? Come cambierà l'approccio alla progettazione dello spazio urbano? Per farlo si descriverà l'esperienza di partecipazione al Mipim 2018 di Cannes, una delle fiere immobiliari più importanti a livello internazionale, condotta in collaborazione con l'Assessorato all'Urbanistica e al Demanio del Comune per il rilancio della città di Genova. Infine si rifletterà sulla grande occasione che Genova si appresta ad avere per sperimentare un nuovo approccio alla progettazione urbana, in un momento in cui tecnologi e urbanisti sono più che mai chiamati a collaborare.

## Abstract

*Since the second half of the 18th century, industrial revolutions have irreversibly marked the society and city. With the transition from muscular to mechanical power, from simple electricity to electricity for electronics, evolving until the transition from mechanical to cognitive power, the city, its infrastructures and buildings have always been innovated, regenerated, evolved, etc. It is the era of artificial intelligence and machine learning, autonomous vehicles and augmented reality, big data and the Internet of Things, smart factories and cyber physical systems.*

*The present study wants to recognize the Fourth Industrial Revolution - also known as Industry 4.0 - and study its effects on the project of the contemporary city. The work consists of three parts. The first is focused on the analysis of the current situation, to understand the context in which the designer acts and to give an idea of the strong impact it is having on the territory and on the construction sector. The second part analyses the processes of transformation of cities in relation to changes in the production system, which triggers cultural, social and economic transformations. The third part tries to answer to some questions, among which: what are the effects that the networks will have on the city of Industry 4.0? How the role of the designer will change? How will the approach to urban space design change? This is done by describing the experience of participating in Mipim 2018 in Cannes, one of the most important international real estate events, conducted in collaboration with the City's Planning Department for the re-launch of the city of Genoa. Finally, it reflects on the great opportunity that Genoa is about to have to experiment a new approach to urban design, at a time when technologists and urban planners are more than ever called to collaborate.*

**Keywords:** construction and building performance, innovation, fourth industrial revolution, urban regeneration.

## 1. Industry 4.0, un futuro da costruire

La prima rivoluzione industriale, dal 1760 al 1840 circa, fu innescata dall'invenzione del motore a vapore e inaugurò la meccanizzazione della produzione. La seconda rivoluzione industriale, tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX secolo, rese possibile la produzione di massa, favorita dalla catena di montaggio e dall'utilizzo sempre più diffuso dell'elettricità. La terza rivoluzione industriale, quella digitale, iniziò negli anni '60, e fu catalizzata dallo sviluppo di semiconduttori, *mainframe computing*, *personal computing* e internet. A detta dei più noti sociologi e tecnologi oggi ci troveremmo agli albori di una Quarta Rivoluzione Industriale<sup>1</sup>. Conosciuta anche come

<sup>1</sup> Uno dei primi ad utilizzare questo termine è stato Klaus Schwab, fondatore del World Economic Forum e autore del libro "The Fourth Industrial Revolution" [1]. Altri studiosi, quali

*Industry 4.0*, la Quarta Rivoluzione Industriale essendo a noi contemporanea, non ha una data di inizio ben precisa, ma la si potrebbe far coincidere nel periodo che va dal 2007 – il lancio del primo smartphone, che cambiava definitivamente l'accesso all'informazione – al 2011, data della pubblicazione della fase embrionale di *piattaforme industrie 4.0*, il piano di innovazione tecnologica per l'industria tedesca i cui punti cardine erano: big data, manifattura additiva e internet of things (IoT).

Il grande successo dell'agenda industriale tedesca e lo sviluppo di tecnologie chiave quali il *machine-learning* e l'intelligenza artificiale, hanno fatto sì che il piano sia diventato un esempio virtuoso in ambito europeo e internazionale, tanto che nel 2016 anche l'Italia si è adeguata con il Piano Industria 4.0 promosso dal MISE. Rinnovato l'anno seguente con il nome di Impresa 4.0, il Piano ha esteso gli incentivi a tutti i settori produttivi mettendo in luce le difficoltà da parte del settore delle costruzioni a recepire in breve tempo gli sviluppi tecnologici. Secondo il report annuale del World Economic Forum "Shaping the Future of Construction" [3], la produttività del settore edile è infatti rimasta stagnante o addirittura diminuita negli ultimi 50 anni e una delle maggiori ragioni è da ricercarsi proprio nella lentezza ad adottare le nuove tecnologie digitali nei processi produttivi. In base ai dati in possesso al McKinsey Digitization Index, che ha analizzato la correlazione tra la crescita della produttività nel decennio 2005-2014 nei diversi settori dell'economia e il grado di digitalizzazione, le costruzioni sono all'ultimo posto per grado di digitalizzazione [4].

Quale potrebbe essere dunque il primo passo per uscire da questa situazione a dir poco preoccupante? Quali le tecnologie in grado di rivoluzionare la progettazione architettonica e urbana? Quali le innovazioni che possono sostanzialmente cambiare il nostro modo di lavorare?

Una delle parole più utilizzate per descrivere questi possibili fenomeni è *megatrend*, termine con cui ci si riferisce a tutte quelle tecnologie abilitanti che stanno pervadendo anche il campo dell'architettura, dell'urbanistica e, più in generale, della progettazione. Per agevolarne lo studio, si è scelto di distinguere due macro categorie di innovazioni, quelle a livello fisico (veicoli autonomi, robotica avanzata, nuovi materiali, manifattura additiva) e quelle a livello digitale (big data, IoT, realtà virtuale e realtà aumentata, BIM).

Le manifestazioni fisiche dei *megatrend* tecnologici sono quelle più facili e immediate da vedere a causa della loro natura tangibile. I veicoli autonomi ad esempio stanno già rivoluzionando la mobilità della città di domani con mezzi di trasporto su terra, ma anche su aria e su acqua con droni o galleggianti autonomi tipo *roboat* che ha già trovato applicazione nei canali di Amsterdam. Grazie allo sviluppo di *machine learning* e intelligenza artificiale anche la robotica avanzata sta trovando un campo di applicazione sempre più ampio in edilizia, dalla posa di mattoni alla costruzione autonoma di interi padiglioni. Non solo mezzi per costruire, ma anche nuovi materiali da costruzione, spesso identificati come ABM (Advanced Building Materials), trovano

---

Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee del Massachusetts Institute of Technology (MIT), si riferiscono a questo periodo come "Second Machine Age" [2].

ogni giorno nuova applicazione nei sistemi costruttivi, dai calcestruzzi ultra-resistenti e auto-riparanti a materiali attivi in grado di reagire alle condizioni ambientali esterne. Tali materiali sono sempre più spesso sintetizzati in laboratorio dove possono essere stampati o prodotti con macchine a controllo numerico, traducendo modelli digitali in realtà fisiche.

I *megatrend* digitali possono essere invece identificati con i sistemi ciberfisici - mezzi per connettere il mondo fisico con quello digitale. Con l'*Internet of Things* ad esempio, sensori più piccoli, più economici e più 'intelligenti' possono essere installati in case, vestiti, accessori (*wearables*), città e reti di trasporto raccogliendo una vastissima quantità di dati in tempo reale: big data. La diffusione e la raccolta di informazioni sono dunque in costante accelerazione e il loro utilizzo in ambito edile ed urbano potrebbe portare ad ingenti risparmi: si pensi allo *smart lighting*, al riscaldamento a bolle di calore, ecc. Ancora, la realtà virtuale, con la creazione di ambienti digitali e immersivi all'interno dei quali è possibile spostarsi e interagire grazie a dispositivi come i visori VR rivoluziona la comunicazione dei progetti, mentre la realtà aumentata, in fase di costruzione e gestione, arricchisce l'esperienza degli addetti fornendo informazioni che potrebbero essere impossibili da recepire altrimenti. Dunque qual è la vera rivoluzione? Data la vastità delle nuove possibilità, la vera innovazione potrebbe essere nell'integrazione di tutti questi *megatrend*: la possibilità di progettare, costruire e gestire in maniera integrata le informazioni, condividendole in un *cloud*, su una penna o su una scheda SD. Per questo il BIM assume una grande importanza e rappresenta l'innovazione più importante di tutte; per il cambio di mentalità: dal breve periodo al lungo periodo, dal risultato alla visione.

## 2. La città nella Quarta Rivoluzione Industriale

La città è in continua modificazione; questa tensione alla trasformazione ha caratterizzato la definizione del suo tessuto urbano, la sua crescita e la sua evoluzione. A periodi di stasi sono infatti seguiti momenti di grande cambiamento legati a quelli del sistema produttivo che hanno trasformato in tempi ridotti città rimaste inalterate per moltissimi secoli. In letteratura viene universalmente accettato lo schema che fa coincidere a tre stadi di urbanizzazione tre stadi di industrializzazione. In concomitanza della prima rivoluzione industriale con l'aumento della produzione i modelli urbanistici tentano di risolvere il fenomeno della concentrazione urbana. Agli inizi del '900, con la seconda rivoluzione industriale, nasce l'urbanistica moderna e si assiste ad una crescente sub-urbanizzazione, corrispondente alla diffusione di nuove infrastrutture e di nuove tecniche di produzione: i modelli affrontano non più la forma, ma lo sviluppo della città industriale. Con la terza rivoluzione industriale si ha infine un arresto della crescita urbana e il decentramento del produttivo, cui corrisponde il terzo stadio, la de-urbanizzazione. È la crisi del modello di città tradizionale basato su uno "spazio centrale"[5] "monocentrico"[6]; nasce un modello "policentrico" [7], un "sistema

reticolare complesso”[8]. Agli inizi degli anni '80 la crescita degli spazi costruiti è accompagnata dal fenomeno della dismissione: a tale processo si arriva attraverso una crisi territoriale (de-localizzazione), con una dispersione delle fabbriche verso le zone periferiche e una crisi funzionale (de-industrializzazione), con la crisi del settore produttivo tradizionale dovuto all'automazione della produzione [9].

Le radici dell'ultima fase della modificazione urbana vanno quindi ricercate nella nascita di quella nuova infrastruttura connettiva che dagli anni Ottanta ha portato a cambiamenti radicali: internet. Interfaccia connettiva e pluridirezionale, la rete si è presto trasformata in un intrico di energie *top-down* e *bottom-up*; il mondo che all'inizio del XX secolo si stava conformando come il 'villaggio globale'<sup>2</sup> di Marshall McLuhan, ora sta prendendo la forma di uno spazio sempre più connesso, più vicino allo 'spazio dei flussi' teorizzato dal sociologo Manuel Castells [10].

A partire dagli anni Duemila, a cavallo tra la terza e la quarta rivoluzione industriale, la città da sempre regno di urbanisti e sociologi ha subito un crescente interesse da parte dei giganti dell'informatica e le città sono state sempre più 'spinte' dalle grandi multinazionali che operano nel settore ICT a diventare *smart* – come se tecnologicamente avanzato fosse per forza sinonimo di 'intelligente' e come se la soluzione ai problemi degli agglomerati urbani fosse materia esclusiva di ingegneri ed informatici – attraverso una spasmodica attenzione all'efficienza e al benessere.

Per materie antiche quanto l'arco e la pietra, come urbanistica e architettura, non è stato per niente facile tenere il passo. A tal proposito, un profetico Rem Koolhaas, nel saggio 'What ever happened to urbanism?' del 1995, affermava: “the professionals of the city are like chess players who lose to computers” (Koolhaas, 1995), criticando l'immobilismo dell'urbanistica di fronte all'urbanizzazione sfrenata spinta dalla digitalizzazione di tutti i processi [11].

In questo momento della storia l'urbanizzazione su scala globale necessita di metodi innovativi e rivoluzionari per risolvere i problemi e gestire le complessità delle più importanti variabili in gioco nei processi di progettazione degli spazi, quali informazione, digitalizzazione, accessibilità e sostenibilità. “Dopo la sbornia tecnologica, è naturale che tutto questo assumerà a breve un suo spazio e una sua forma” [12] e l'urbanistica ha il dovere di agire innescando circoli virtuosi.

Sono nate così nuove teorie urbanistiche nel contesto sociologico della città 4.0, partendo dai concetti di *ubiquitous computing* e *ubiquitous city* di Mark Weiser per arrivare all'*urban hacking* di Saskia Sassen, passando per la *smart city* e l'immobilismo dell'urbanistica nella società dell'accelerazione (tanto criticati da Rem Koolhaas) e la *senseable city* con cui Carlo Ratti sta acquistando ogni giorno più consensi dal mondo della critica. Il MIT Senseable City Lab, fondato da quest'ultimo nel 2004, concentra la sua ricerca sull'interazione fra nuove tecnologie e città, spostando l'attenzione sulla sensibilità – ovvero la capacità di ascoltare e reagire agli *input* della popolazione –

<sup>2</sup> Espressione coniata nella seconda metà degli anni '60 del Novecento dal sociologo canadese H. M. McLuhan per indicare metaforicamente il mondo, all'interno del quale, grazie ai nuovi mezzi di comunicazione di massa, le notizie diventano immediatamente di dominio pubblico come avviene nella comunità di un villaggio.

piuttosto che sull'intelligenza della città. In realtà la definizione di 'città intelligente' non riguarda solo lo sviluppo tecnologico di per sé, bensì la propensione a sfruttare le informazioni e le possibilità che le nuove tecnologie offrono. In altri termini, si tratta di quello che gli ingegneri chiamano 'un sistema di controllo in tempo reale' formato da due componenti: una di *sensing*, di raccolta di informazioni, e una di *actuating*, cioè di attuazione in risposta a queste informazioni. Ancora, secondo Carlo Ratti e Matthew Claudel, il flusso di informazioni consisterebbe in tre componenti: "una grande quantità di sensori capaci di raccogliere dati ambientali, flussi umani e materiali in tempo reale; lo sviluppo di algoritmi in grado di analizzare le massicce quantità di dati per consentire ai progettisti di interpretare il presente e predire il futuro; l'implementazione di attuatori, dispositivi a controllo digitale in grado di reagire ai dati influenti sullo spazio fisico" [13]. Per la prima volta la città, pervasa da sensori e 'layer digitali', sta iniziando a funzionare in maniera sempre più *Senseable* oltre che *Smart*. Le nuove tecnologie dunque non solo stanno cambiando il modo di progettare, ma stanno anche trasformando la struttura urbana e sociale delle città. Si pensi alla profonda innovazione tecnologica che ha caratterizzato il 1900 e che ha portato progettisti, sociologi, filosofi, registi, scrittori, ad avanzare visioni urbane futuristiche per le città di quell'epoca. Oggi come allora la sfida di prevedere il futuro continua ad appassionare e a coinvolgere. Tuttavia non c'è nulla di più datato della vecchia fantascienza. Il futuro, infatti, nelle sue varie forme, si trasforma spesso in paleofuturo – un'ipotesi obsoleta che non si realizzerà mai [14].

E allora, tentare ancora oggi di prevedere il futuro è cosa poi così valida e produttiva? L'obiettivo "non è correggere il presente (compito impegnativo) né quello di predire il futuro (sforzo inutile), ma di poterlo influenzare positivamente".

Oggi il progetto va inteso come esplorazione sistematica e seme di possibili futuri, come "arte di costruire il futuro", "*futurecraft*" [15]. Il progetto attuale deve sapersi porre come catalizzatore del cambiamento, consapevole che i futuri possibili sono radicati nel presente e non in visioni remote.

### 3. Genova: una visione per la città di domani.

L'occasione di dare un risvolto pratico all'attività di ricerca si è concretizzata in un'esperienza di collaborazione con il Comune di Genova per la partecipazione alla fiera immobiliare Mipim 2018, tenutasi a Cannes. Fra i tanti progetti presentati dall'Amministrazione è stata individuata nel processo di rigenerazione del *Waterfront* (con il progetto *Waterfront* di Levante) la punta di diamante per innescare la trasformazione dell'intera città. Non a caso, le ultimissime ricerche sul tema tendono ad evidenziare la fondamentale importanza del *Waterfront* come rampa di lancio per le città portuali e soprattutto come laboratorio per la sperimentazione di nuovi approcci in tema di sostenibilità ambientale e gestione resiliente del territorio. A questo proposito, negli ultimi anni si è spesso parlato di *Waterfront Renaissance*, ma dal momento che le città si trovano nel pieno della Quarta Rivoluzione Industriale quanto è importante che la

*renaissance* sia anche *digital*? Il caso di Sidewalk Toronto ha recentemente dimostrato quanto sia importante al giorno d'oggi puntare sull'innovazione urbana – a livello fisico e digitale – per diventare più attrattivi davanti ai grandi investitori.

Genova, come Toronto, è oggi protagonista di una trasformazione urbana che richiede un ripensamento dell'intera città, partendo dalla sua stessa struttura. È a partire dal 1992 che, cominciando dal porto antico firmato Renzo Piano, la città ha iniziato il suo processo di rigenerazione. Nel 2015 sempre il Renzo Piano Building Workshop ha donato alla città il *Blueprint*, una visione per il futuro urbanistico, portuale, industriale e sociale di Genova. Tale disegno ha costituito una base per lo sviluppo di un confronto con i soggetti istituzionali coinvolti e due anni dopo ha portato, in intesa con le Amministrazioni coinvolte, alla rielaborazione del disegno d'insieme definendone una nuova versione aggiornata denominata "Waterfront di Levante". La piattaforma per il lancio del progetto di riqualificazione è stata proprio la fiera immobiliare del Mipim2018, dove l'amministrazione si è potuta confrontare con gli investitori. In un contesto come quello del Mipim, in cui ci si interroga su come sarà la vita urbana nel 2030 o nel 2050, su quali saranno le migliori strategie per costruire città nell'attuale mondo globalizzato e soprattutto su quali grandi progetti investire, Genova potrebbe porsi come modello di città innovativa. Questo perché una metamorfosi è in corso: nuove persone con nuovi talenti stanno portando idee innovative e tale nuova energia dovrà necessariamente essere canalizzata in questo grande processo di cambiamento che sta investendo la città.

Proprio per questo lo studio vuole soffermarsi sulla grande opportunità che ha la città di Genova di affermarsi a livello europeo come esempio virtuoso di rigenerazione innovativa, approcciando il progetto del Waterfront di Levante come un intervento che nasce dalla convivenza tra forme della tradizione urbana e i più recenti progressi nella pianificazione e nella tecnologia digitale.

Alla base dell'approccio che mira alla formazione di una città digitale sta il considerarla come una piattaforma capace di integrare l'ambiente fisico con quello digitale, creando le condizioni fondamentali per un processo di innovazione urbana. La città contemporanea, composta da *layer* visibili (il costruito; lo spazio pubblico; il tessuto stradale) e invisibili (le infrastrutture per le utenze e le infrastrutture di rete), dovrebbe infatti disporre di una flessibilità 'integrata' in grado di supportare l'innovazione in corso e garantire la capacità di adeguarsi ogniquale volta tecnologia, cicli di mercato e stili di vita urbani si muovono verso nuove direzioni. A supporto di tale flessibilità si rende necessaria la realizzazione di un'infrastruttura fisica e digitale strutturata.

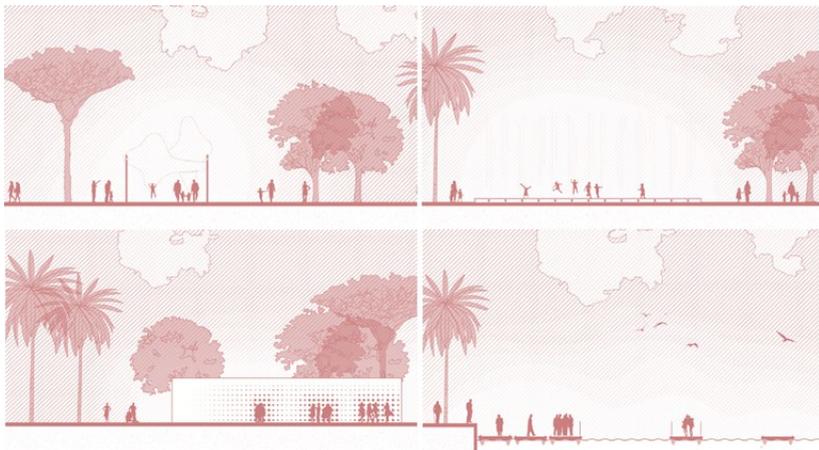
Da un lato sarebbe necessario dotare il progetto del Waterfront di Levante di un tunnel tecnologico contenente le *utility* di rete (quali il gas, l'elettricità, la tv via cavo, la fibra ottica, ecc...) facilmente accessibile, evitando interminabili e costosissimi lavori stradali ogniquale volta si rendesse necessario il potenziamento delle reti; dall'altro la piattaforma non potrebbe risultare efficiente senza un substrato di connettività veloce e a basso costo. Si è immaginato dunque che l'intervento potesse essere dotato di una dorsale cablata per alimentare una serie di *device* e micro-architetture lungo il percorso e garantire una connettività continua. A supporto di questa infrastruttura una rete *wireless* aperta

in grado di creare una copertura senza soluzione di continuità e una rete veloce 5G a cui collegarsi in caso di malfunzionamento assicurerebbero ai cittadini la possibilità di connettersi in ogni angolo del *Waterfront*.

L'enorme vantaggio nel costruire il quartiere quasi da zero, con interventi minimi e lungimiranti risiede proprio nella possibilità di dotare sin da subito il *Waterfront* delle tecnologie necessarie a tenere il passo con il tempo e con il cambiamento. L'idea che l'infrastruttura connettiva sia facilmente accessibile tramite un canale sotterraneo adeguatamente predisposto dà la misura di quanto potrebbe essere facile in futuro intervenire sulle infrastrutture di rete per migliorarle e aggiornarle.

Se a livello fisico l'innovazione risiede nell'infrastruttura e nei dispositivi di arredo urbano intelligenti (dagli *smart bin* allo *smart lighting*, dai galleggianti autonomi ai vaporizzatori IoT), il vero cambio di paradigma consiste nel *layer digitale*, una piattaforma fondata su cinque componenti essenziali: *Sense, Model, Map, Account e Actuate!*

Con *Sense* si intende una rete distribuita di sensori per raccogliere dati accessibili in tempo reale sull'ambiente circostante, consentendo alle persone di misurarli, comprenderli e interpretarli. Tali sensori possono misurare la qualità dell'aria, l'inquinamento acustico, l'apporto di luce, i microclimi, i comportamenti strutturali degli edifici, i flussi veicolari e pedonali, ecc... Con *Model* si intende l'analisi dei dati e la modellazione di report per le operazioni da eseguire in città e per informare i cittadini



**Fig. 1.** A titolo di esempio, alcuni dei dispositivi di arredo urbano smart pensati per il nuovo Waterfront. Da sinistra: un vaporizzatore che si attiva grazie a sensori termici e di posizione in base al flusso di calore; una fontana che funziona nei giorni più caldi dell'anno con giochi d'acqua programmabili direttamente dagli utenti; un muro interattivo ricoperto di sensori di movimento che funge da attivatore sociale accendendosi e spegnendosi a seconda della quantità di spettatori; una piattaforma galleggiante autonoma, tipo roboat, in grado di monitorare la qualità dell'acqua ed assemblarsi per la creazione di passaggi, pontili o intere piattaforme galleggianti.

sulle decisioni di pianificazione a lungo termine. Con *Map* si fa riferimento alla visualizzazione grafica delle informazioni raccolte e basate sul comportamento degli utenti, sul consumo energetico degli edifici, sulle risorse pubbliche e su una serie di altri temi. La componente *Account* dovrebbe poi fornire un portale d'accesso altamente sicuro e personalizzato attraverso il quale ogni residente possa accedere alla piattaforma per usufruire dei servizi pubblici e mantenersi informato su tutte le iniziative. Infine la componente *Actuate!* dovrebbe incentivare i cittadini a partecipare attivamente alla progettazione del *Waterfront* fornendo gli strumenti necessari per proporre soluzioni urbane basate sull'analisi dei dati raccolti e dunque testarle in prima persona.

Si immagina il nuovo *Waterfront*, permeato da un layer digitale che si traduce in una parte 'software' che garantisce a tutti i cittadini la partecipazione nella progettazione del distretto nonché l'accesso a una serie di dati che possono essere utilizzati per sviluppare programmi di efficienza per la vita urbana, e una parte *hardware*, di arredo urbano, in grado di tradurre fisicamente le esigenze dei cittadini intervenendo direttamente sul comfort funzionale e ambientale in risposta ai dati raccolti lungo tutto il percorso.

#### 4. Conclusioni

In questo momento di grande ibridazione, cosa è dunque necessario tenere presente? Neil Brenner, nel suo grande "New State Spaces" ci viene in aiuto, citando questa espressione di Sayer: "Gli studi postdisciplinari emergono quando gli studiosi dimenticano le discipline e laddove le idee possono essere identificate con una particolare; si identificano con l'apprendimento piuttosto che con le discipline.

Seguono idee e connessioni ovunque conducano invece di seguirle solo fino al confine della disciplina. Non significa dilettantismo o eclettismo, finendo per fare un sacco di cose male. Differisce da queste cose proprio perché ci impone di seguire le connessioni. Si può ancora studiare un gruppo coerente di fenomeni; infatti, se uno non li divide e seleziona in elementi appropriati (solo) per una particolare disciplina, allora, studiarli in questo modo può essere più coerente dei singoli studi disciplinari."

Per quanto abbiamo appreso dall'analisi delle diverse fasi in cui le rivoluzioni industriali si sono succedute, spesso le "fughe in avanti" delle avanguardie tecnologiche e tecniche hanno lasciato indietro riflessioni più complessive sulla città e sull'uomo, con tutto ciò che esse comportano (economia, società, ambiente): proprio per questo, si sono dimostrate, sebbene innovative, a lungo andare, poco lungimiranti. Anche Genova non ha fatto e fa eccezione.

Una volta presa coscienza dei cambiamenti in atto nel progetto dello spazio urbano, vale quindi la pena di ricominciare a parlare del "domani" della città e della sua costruzione: imparando dalla storia che non c'è vero futuro per Industry 4.0, se non in un adeguato sviluppo della City 4.0.

## ***Bibliografia***

1. Brynjolfsson E., McAfee, A. (2014) *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W. Norton & Company.
2. Schwab K. (2017) *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.
3. World Economic Forum. (2016) *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology*. Ginevra.
4. Agarwal R., Chandrasekaran S., Sridhar M. (2016) McKinsey, *Imagining construction's digital future*. [Online: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>]
5. Farinelli F. (2003) *Geografia. Un'introduzione ai modelli del mondo*. Einaudi. Torino.
6. Sposito A. (2007) *Città monocentrica, città policentrica e città globale*. In "Architettura e Città" n. 2.
7. Sposito C. (2012) *Sul recupero delle aree industriali dismesse tecnologie: materiali impianti ecosostenibili e innovativi*. Maggioli Editore. Milano.
8. Russo M. (1998) *Aree dismesse. Forma e risorsa della città esistente*. Edizioni Scientifiche Italiane. Napoli.
9. Piemontese F. (2006) *Aree dismesse e progetto urbano: architettura, territorio, trasformazione*. Gangemi. Roma.
10. Castells M. (1996) *The Rise of Network Society*, Blackwell, Cambridge [trad. It. *La nascita della società in rete*, EGEA, Milano, 2002].
11. Koolhaas R., Mau B. (1995) *S, M, L, XL*. The Monacelli Press, New York.
12. Zamboni A. (Nov. 2014) *La città è intelligente, l'uomo è rinsavito?* Supplemento a *Domus* n. 985.
13. Ratti C., Mattei M. G., a cura di. (2013) *Smart City, Smart Citizen*, EGEA. Milano.
14. Ratti C., Claudel M. (2017) *La città di domani*. Einaudi. Torino
15. Ratti C., Claudel M. (2017) *op.cit.*
16. Brenner N. (2005) *New State Spaces. Urban governance and the rescaling of Statehood*. Oxford Press.