

The Italian society of Architectural technology, SITdA, was founded in 2007 to create a wide network of University professors and researchers with the aim of supporting the culture of research in the subject area of Architectural technology. SITdA provides resources for the training and qualification of young researchers, promotes theoretical and applied research, and encourages the internationalization of research, also exploring the emerging areas of technological innovation in architecture.

Since 2012 SITdA has created eight thematic clusters which condense interdisciplinary skills and competences with the aim of both enhancing public demand through a clear statement of needs and supporting the construction industry in effectively responding through design, construction and management solutions.

The book outlines the work in progress of the clusters through the presentation of interdisciplinary contributions, thematic analyses and dialogues with qualified experts from the world of institutions, building industry associations and enterprises.

Editors

Maria Teresa Lucarelli, full professor of Architectural technology at Dipartimento di Architettura e territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

Elena Mussinelli, full professor of Architectural technology at Dipartimento di Architettura, ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito, Politecnico di Milano.

Corrado Trombetta, associate professor of Architectural technology at Dipartimento di Architettura e territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

978-88-916-1249-6



€ 25,00

TECNOLOGIA
STUDI E PROGETTI
31

ARCHITETTURA
INGEGNERIA
SCIENZE



politecnica

MAGGIOLI
EDITORE

831

Cluster in progress. La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione
The Architectural technology network for innovation
a cura di / edited by Maria Teresa Lucarelli, Elena Mussinelli, Corrado Trombetta

Cluster in progress

La Tecnologia dell'architettura
in rete per l'innovazione

The Architectural technology
network for innovation

a cura di / edited by
Maria Teresa Lucarelli
Elena Mussinelli
Corrado Trombetta



La Società italiana della Tecnologia dell'architettura, SITdA, fondata nel 2007 attraverso la creazione di un ampio *network* di docenti e ricercatori universitari, ha l'obiettivo di sostenere la cultura della ricerca nell'area disciplinare e di offrire risorse per la formazione e la qualificazione dei giovani ricercatori, promuovendo studi di carattere teorico e applicativo, incoraggiando l'internazionalizzazione della ricerca e l'esplorazione di aree emergenti dell'innovazione tecnologica in architettura.

Dal 2012 SITdA ha dato vita a otto *cluster* tematici che condensano *skill* e competenze interdisciplinari finalizzate sia a qualificare la domanda pubblica nell'esplicitazione delle proprie esigenze, sia a supportare gli operatori del settore edilizio nel proporre efficaci risposte progettuali, realizzative e gestionali.

La pubblicazione rende conto del lavoro *in progress* di tali *cluster* attraverso la presentazione di contributi interdisciplinari, approfondimenti tematici e momenti di confronto con qualificate figure del mondo delle istituzioni, delle associazioni di settore e delle imprese.

Curatori

Maria Teresa Lucarelli, professore ordinario di Tecnologia dell'architettura presso il Dipartimento di Architettura e territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

Elena Mussinelli, professore ordinario di Tecnologia dell'architettura presso il Dipartimento di Architettura, ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito del Politecnico di Milano.

Corrado Trombetta, professore associato di Tecnologia dell'architettura presso il Dipartimento di Architettura e territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

In copertina / cover:
Walter Valentini, *Nella Luce*, 2008.

Book series STUDI E PROGETTI

Cluster in progress

**La Tecnologia dell'architettura
in rete per l'innovazione**

**The Architectural technology
network for innovation**

a cura di / edited by

**Maria Teresa Lucarelli
Elena Mussinelli
Corrado Trombetta**


**MAGGIOLI
EDITORE**

Book series STUDI E PROGETTI

directors *Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli*

editorial board *Chiara Agosti, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, Raffaella Riva*

scientific committee *Philippe Daverio, Salvatore Dierna, Giulio Giorcello, Francesco Karrer, Jan Rosvall*

edited by

Maria Teresa Lucarelli

Elena Mussinelli

Corrado Trombetta

editorial staff

Laura Daglio

Mattia Federico Leone

Raffaella Riva

The book has been subjected to blind peer review.

Cover:

Walter Valentini, *Nella Luce*, 2008

We are especially grateful to the author for kindly providing this image.

ISBN 9788891612496

© Copyright of authors.

Published by Maggioli Editore.

Maggioli Editore is a trademark of Maggioli Spa

Company with certified quality system Iso 9001:2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

e-mail: clienti.editore@maggioli.it

All rights reserved.

Printed in the month of February 2016

by Maggioli Spa - Santarcangelo di Romagna (RN).

INDICE

PRESENTAZIONE / PRESENTATION	9
<i>Fabrizio Schiaffonati</i>	
INTRODUZIONE / INTRODUCTION	15
<i>Mario Losasso</i>	
RICERCA E CLUSTER: UN PERCORSO IN PROGRESS / RESEARCH AND CLUSTER: A PATH IN PROGRESS - Maria Teresa Lucarelli	21
1. ACCESSIBILITÀ AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL ACCESSIBILITY	27
Accessibilità ambientale: verso l'inclusività nella progettazione / Environmental accessibility: towards inclusiveness in design	
<i>Christina Conti, Valeria Tatano, Teresa Villani</i>	28
1.1 Accessibilità e valorizzazione del patrimonio esistente / Accessibility and development of the existing architectural heritage	
<i>Alessandra Mabellini, Aldina Silvestri</i>	42
1.2 Accessibilità dell'ambiente domestico / Accessibility of the housing environment - <i>Cristiana Cellucci</i>	53
2. NEARLY ZERO ENERGY BUILDING	67
Progetto, tecnologia, energia: qualità del costruire e dell'abitare nell'architettura Nearly zero energy and zero emission / Design, technology, energy: quality of building and living in Nearly zero energy and zero emission architecture - <i>Fabrizio Tucci</i>	68
2.1 Efficienza ed efficientamento energetico / Efficiency and energetic improvement - <i>Alessandro Claudi de Saint Mihiel, Caterina Claudia Musarella</i>	80
2.2 Progettazione bioclimatica e sistemi tecnologici passivi / Bioclimatic design and passive systems - <i>Valeria Cecafozzo, Rosa Romano</i>	86
2.3 Riduzione dei fabbisogni, low cost e gestione delle risorse / Demand savings, low cost and resource management	
<i>Marta Calzolari, Jacopo Gaspari</i>	91
2.4 Energie rinnovabili e smart grid / Renewable energies and smart grids	
<i>Elisa Ieie, Ilaria Montella</i>	97
2.5 Innovazione tecnologica di sistemi, componenti e materiali / Technological innovation of systems, components and materials	
<i>Maria Antonia Barucco, Francesca Scalisi, Francesca Verde</i>	103

2.6	Valutazione delle prestazioni energetico-ambientali / Energy and environmental performances assessment <i>Carol Monticelli, Francesca Thiebat</i>	109
3.	PATRIMONIO ARCHITETTONICO / ARCHITECTURAL HERITAGE	119
	Patrimonio architettonico: progetto, qualità e buone prassi / Architectural heritage: project, quality and best practices - <i>Maria Luisa Germanà</i>	120
3.1	Smart heritage: un approccio multiscalare / Smart heritage: a multi-scale approach - <i>Starlight Vattano</i>	131
3.2	Verso un processo di valorizzazione: il caso della Rocca d'Anfo / Towards an enhancement process: the case of the Anfo Fortress <i>Carolina Tenti</i>	142
4.	PRODUZIONE EDILIZIA-PRODOTTO EDILIZIO / BUILDING PRODUCTION-BUILDING PRODUCT	157
	Produzione edilizia-prodotto edilizio: obiettivi e prospettive / Building production-building product: targets and perspectives <i>Ernesto Antonini, Francesca Giglio, Massimo Rossetti</i>	158
4.1	Il sistema finestra: metodologie di intervento sull'esistente e valutazione energetica dei serramenti / The window system: intervention methods on existing buildings and energy evaluation of windows - <i>Emilio Antonioli</i>	169
4.2	Tecnologie a chilometro zero in Abruzzo: il caso della filiera legno-edilizia / Zero distance technologies: the example of the wood-construction chain - <i>Luciana Mastrodonardo</i>	176
4.3	Materiali compositi con fibre vegetali: stato dell'arte e prospettive di applicazione nel settore delle costruzioni / Composite materials with vegetables fibres: state of the art and perspectives of applications in the construction sector - <i>Giulia Savoja</i>	185
5.	PROGETTAZIONE AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL DESIGN	197
	Tecnologia, ambiente e progetto / Technology, environment and project <i>Maria Cristina Forlani, Elena Mussinelli, Laura Daglio</i>	198
5.1	Il progetto ambientale per la fruizione del paesaggio storico urbano / The environmental project for the usability of the historic urban landscape - <i>Raffaella Riva, Chiara Agosti, Cristiana Giordano</i>	210
5.2	Verso una nuova stagione della rigenerazione urbana: spunti e riflessioni sul contesto italiano / Towards a new era of urban regeneration: reflections and insights on the complexity of the Italian context - <i>Francesco Antinori, Sandra G.L. Persiani, Filippo Calcerano</i>	217
5.3	Riqualificazione degli edifici esistenti: Bim e sostenibilità ambientale del progetto a supporto della governance locale / Renovation of existing buildings: Bim and environmentally sustainable design supporting local governance - <i>Gisella Calcagno</i>	222

5.4	Water sensitive urban design per l'adattamento ai cambiamenti climatici: strategie multiscalari e tecnologie sostenibili per la rigenerazione urbana / Water sensitive urban design for climate change adaptation: multi-scale strategies and sustainable technologies for urban regeneration - <i>Mattia Federico Leone, Cristina Visconti</i>	226
5.5	Il cantiere urbano sostenibile: strumento innovativo di riqualificazione ambientale / Sustainable urban building site: an innovative tool of environmental redevelopment - <i>Fosca Tortorelli</i>	233
5.6	Riqualificazione del Bronx River: processi partecipativi e politiche bottom-up / The Bronx River restoration: participative processes and bottom-up policies - <i>Katia Perini</i>	237
6.	RECUPERO E MANUTENZIONE / RECOVERY AND MAINTENANCE	245
	Recupero e manutenzione: la ricerca incontra le esigenze dei territori / Recovery and maintenance: the research complies with local needs <i>Maria Rita Pinto, Cinzia Talamo</i>	246
6.1	Il rapporto tra imprese e paesaggio storico urbano: vulnerabilità del mercato delle costruzioni e bisogni emergenti / The relationship between the construction companies and historic urban landscape: vulnerability of construction market and emerging needs <i>Paolo Franco Biancamano</i>	258
6.2	Il recupero dell'architettura tradizionale attraverso il Programma di sviluppo rurale della Regione Piemonte / The refurbishment of traditional architecture through the Rural development program of Regione Piemonte - <i>Lorenzo Savio</i>	265
6.3	L'abbandono del patrimonio ferroviario: strategie per la fruizione attiva e la manutenzione / The abandonment of railway heritage: strategies for active use and maintenance <i>Caterina Frettoloso, Carla Senia</i>	273
7.	SERVIZI PER LA COLLETTIVITÀ / SERVICES FOR THE COMMUNITY	285
	Quali spazi e quali servizi per la collettività: la necessaria sinergia fra pubblico, privato e associazioni non profit / Community spaces and services: the necessary synergy between the public and private sectors and non-profit associations - <i>Tiziana Ferrante</i>	286
7.1	Prospettive di ricerca per il cluster / Cluster research scenarios <i>a cura di Tiziana Ferrante</i>	298
8.	SOCIAL HOUSING	307
	Ricerche di Tecnologia dell'architettura per il social housing: conoscenze, competenze, prospettive / Researches of Architectural technology for social housing: knowledge, skills, perspectives <i>Eliana Cangelli, Massimo Perriccioli</i>	308

8.1	Qualità dello spazio: sistemi e tecnologie per nuove spazialità e nuovi modi di abitare / Space quality: systems and technologies for new spaces and living models - <i>Valentina Gianfrate, Chiara Piccardo</i>	319
8.2	Qualità ambientale: approccio bioclimatico e riqualificazione del patrimonio esistente per il social housing / Environmental quality: sustainable approach and retrofit of the existing building heritage for social housing - <i>Viola Albino, Paola Boarin</i>	328
8.3	Qualità dei processi: metodologie e strumenti per gli interventi di rigenerazione dell'Ers / Quality of processes: methods and tools for the regeneration of social housing - <i>Paolo Civiero, Maria Luisa Del Gatto</i>	339
9.	SCENARI DELLA RICERCA: IL CONTRIBUTO DEGLI STAKEHOLDER / RESEARCH SCENARIOS: THE CONTRIBUTION OF THE STAKEHOLDERS	351
9.1	Accessibilità, strumento etico di sviluppo sociale sostenibile / Accessibility, an ethical instrument for sustainable social development - <i>Andrea Stella</i>	352
9.2	Nearly zero energy building: necessità, criticità, opportunità / Nearly zero energy building: needs, problems, opportunities - <i>Dialogo con Natale Massimo Caminiti e Angelo Artale, a cura di Fabrizio Tucci</i>	358
9.3	Un'eredità da riconquistare / A heritage to recapture - <i>Giuliano Volpe</i>	364
9.4	La priorità della fase programmatica / The priority of the programming phase - <i>Stefano Della Torre</i>	368
9.5	Produzione edilizia, ricerca, innovazione / Building production, research and innovation - <i>Tavola rotonda con Guido Giacomo Bondielli, Anilkumar Dave, Enrico Scalchi, a cura di Ernesto Antonini, Francesca Giglio, Massimo Rossetti</i>	372
9.6	Dalla Valutazione ambientale strategica ai progetti di ricostruzione ecologica / From Strategic environmental assessment to ecological restoring design - <i>Sergio Malcevschi, Giovanni Luca Bisogni</i>	383
9.7	La share economy e l'internet delle cose: come le innovazioni in atto impattano sulla gestione dei patrimoni immobiliari / The sharing economy and the Internet of things in Real estate: how innovations impact the Real estate management - <i>Daniele Di Fausto</i>	391
9.8	La programmazione nazionale degli investimenti pubblici per l'edilizia sanitaria / National planning of public investment for healthcare facilities <i>Intervista a Marco Spizzichino, a cura di Tiziana Ferrante</i>	397
9.9	Riflessioni sul futuro del social housing in Italia / Social housing in Italy: an insight - <i>Giordana Ferri</i>	401
	THE LAST INCH <i>Corrado Trombetta</i>	409
	COMMUNITIES IN PROGRESS	413

2.2 PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA E SISTEMI TECNOLOGICI PASSIVI

Valeria Cecafosso, Rosa Romano*

Inquadramento dell'ambito tematico

L'architettura bioclimatica valorizza le condizioni ambientali e l'impiego di sistemi tecnologici passivi volti all'interazione con i fattori microclimatici, con il duplice obiettivo del miglioramento del *comfort* ambientale e dell'ottimizzazione dei comportamenti energetici, legati in particolare agli aspetti termici, luminosi e fluidodinamici dell'edificio.

Questo settore di ricerca impone, quindi, la selezione di strategie mirate a utilizzare le risorse microclimatiche e ambientali del sito al fine di ridurre i consumi energetici e produrre energia rinnovabile. L'edificio è configurato per riscaldarsi ed essere illuminato con il sole, raffrescarsi con il vento e, attraverso l'interazione con altre forze naturali, regolare le condizioni igrometriche e il *comfort indoor* senza ausilio di "macchine". In tal modo s'incrementa la relazione con le risorse climatiche, si limita lo *stress* ambientale e la dipendenza dalle risorse fossili, la cui utilizzazione produce un grande impatto sui cambiamenti climatici. In definitiva nell'architettura *Nearly zero energy* l'edificio produce in modo "naturale passivo" quasi tutta l'energia che consuma.

I sistemi tecnologici passivi (serre, giardini d'inverno, camini di ventilazione ecc.), che hanno caratterizzato per secoli le tipologie edilizie di molte zone geografiche del pianeta, sono stati riscoperti come efficaci regolatori degli scambi termici tra interno ed esterno dell'edificio.

Stato e caratteri della ricerca

L'evoluzione tecnologica e normativa inerente l'efficienza energetica degli edifici e l'analisi del loro impatto ambientale hanno contribuito a dare un notevole impulso allo sviluppo di ricerche e applicazioni riguardanti il tema della architettura bioclimatica e, conseguentemente, dei sistemi tecnologici passivi.

I sistemi solari passivi si comportano come dei collettori solari e contribuiscono a rendere energeticamente efficiente l'edificio garantendo una buona condizione di

* Valeria Cecafosso, dottore di ricerca e borsista, Sapienza Università di Roma.
Rosa Romano, dottore di ricerca e assegnista di ricerca, Università degli Studi di Firenze.

comfort indoor senza dover ricorrere a sistemi di climatizzazione meccanica. Si tratta di soluzioni tecnologiche che permettono di ridurre le perdite di calore per trasmissione dagli ambienti interni verso l'esterno, di generare guadagni termici e di migliorare l'illuminazione naturale consentendo di ridurre i fabbisogni energetici.

Serre e giardini d'inverno, diffusi nell'architettura ottocentesca in parallelo all'evoluzione dei processi di produzione di ferro e vetro¹, assumono connotati energetici veri e propri negli anni Settanta, in corrispondenza della crisi petrolifera mondiale. In questo periodo grandi superfici vetrate sono integrate nell'involucro edilizio con l'obiettivo di contribuire attivamente al suo bilancio energetico².

Analogamente i sistemi di ventilazione passiva (*malqaf, badgir, meneh*, camini di ventilazione, torri del vento ecc.), utilizzati per secoli in Asia Centrale e in Medio Oriente e diffusi nelle architetture vernacolari dell'area Mediterranea, hanno trovato negli anni Novanta una nuova interpretazione diventando elementi caratterizzanti la morfologia dell'edificio.

Le prime ricerche europee sul tema della progettazione bioclimatica e dell'integrazione dei sistemi tecnologici passivi sono state condotte in Germania e in Austria negli anni Ottanta. Gli edifici realizzati in queste aree geografiche sono tuttora considerati validi esempi d'integrazione architettonica di spazi tampone, trasparenti e non, ad assetto variabile per la captazione dell'energia solare passiva e la ventilazione naturale. Anche in Italia sono numerose le ricerche e le realizzazioni che hanno permesso di indagare le potenzialità legate all'adozione d'innovative soluzioni in ambito di efficienza energetica, salubrità degli ambienti e *comfort indoor*³.

Un altro approccio seguito, è costituito dalla Biomimetica: l'arte di apprendere dalla natura per poi trasferire le conoscenze acquisite in nuove applicazioni. Tuttavia, ciò che si è scoperto in questo ambito di ricerca è, anche nel settore delle costruzioni, veramente poca cosa rispetto a quanto si può ancora imparare a riconoscere e imitare.

¹ Dal Crystal Palace di J. Paxton alle gallerie vetrate commerciale francesi. Passando in Italia dagli esempi di Milano (Vittorio Emanuele II), di Torino (Subalpina) e di Napoli (Umberto I).

² Fra le prime realizzazioni bioclimatiche che inglobano nell'involucro sistemi solari passivi si segnalano in Europa: 1. la St. George secondary school a Wallesey in Inghilterra, E. Morgan (1961); 2. le case sperimentali di Odeillo nei Pirenei, di F. Trombe. Negli Stati Uniti le abitazioni costruite da F.L. Wright. Degli anni Settanta sono gli edifici sperimentali in New Mexico dei fisici D. Balcomb, P. van Dressere e dell'arch. E. Mazri.

³ Tra le ricerche italiane: 1. "Studi e ricerche per la riqualificazione architettonica, energetica e bioclimatica delle biblioteche nazionali storiche italiane" (2012-2014), ricerca conto terzi per il Mibact. Resp. scientifici: A. Battisti, F. Tucci, Sapienza Università di Roma - Dip. Pdta; 2. "Solar Decathlon Europe 2012 - "Progetto Med in Italy" (2010-2012), Solar Decathlon - Governo Spagnolo/Upm. Resp. scientifico: C. Tonelli, Università Roma Tre - Dip. di Architettura, Dip. di Economia, Dip. di Ingegneria, Sapienza Università di Roma, Libera Università di Bolzano, Fraunhofer Italia; 3. "Recupero e riqualificazione bioclimatica ed energetica dell'edificio dell'Istituto di Botanica della Città universitaria di Roma" (2013-2015), ricerca di Ateneo, Rettorato della Sapienza. Coordinatore del gruppo: B. Azzaro. Resp. scientifici per il Dip. Pdta: A. Battisti, F. Tucci, Sapienza Università di Roma; 4. "Hospitals" (2006-2009), EU Proj. NO: NN5-2001-00295, Resp. scientifico: M. Sala, Università di Firenze, Centro Abita Firenze.

Linee evolutive della futura sperimentazione

In questi anni l'attenzione all'ambiente e la consapevolezza della necessità di instaurare un dialogo costruttivo con i fattori microclimatici sono cresciute, producendo una continua tensione verso il contenimento del consumo energetico degli edifici, fino al suo azzeramento. L'equazione per ottenere *Zero energia* si può risolvere in diversi modi: incrementando la produzione di energia rinnovabile ovvero puntando sul progetto architettonico. Spesso l'obiettivo è conseguito attraverso l'impiego di pannelli solari e fotovoltaici, turbine microeoliche ecc., che dovrebbero essere considerate soluzioni di supporto allo studio della forma dell'edificio, della sua caratterizzazione tecnologica passiva e della sua organizzazione spaziale e funzionale. L'attività di ricerca è perciò incentrata sul superamento concettuale dell'approccio alle polarità: pieni/vuoti, massività/leggerzza, attivi/passivi. Gli edifici sono sistemi complessi e vanno pertanto considerati nel loro insieme. I dati climatici, geometrici, fisici, i sistemi tecnologici passivi per il riscaldamento, il raffrescamento e l'illuminazione, i sistemi impiantistici, i sistemi di generazione dell'energia e il comportamento degli utenti concorrono a determinare la risposta fluido e termodinamica dell'edificio. Passare a un edificio ad alte prestazioni "passive" richiede l'approfondimento di metodi di analisi durante tutto il processo di progettazione per puntare all'integrazione e ottimizzazione di tutti i subsistemi, consolidando il legame tra architettura e tecnologia, coscienti che l'innovazione tecnologica non può che essere funzione del miglioramento della qualità ambientale e sociale e che l'architettura si realizza con la creazione di un ecosistema antropico.

In questo scenario si colloca la sperimentazione futura che mira a: sviluppare le tematiche relative all'analisi della relazione tra sistemi e componenti dell'edificio inserito nello specifico contesto ambientale, microclimatico e biofisico; migliorare il controllo prestazionale attraverso modelli di simulazione dinamica, capaci di predire in modo efficiente e affidabile la risposta dell'edificio nel suo insieme; promuovere l'integrazione di dispositivi "smart" di *building management system*, che si configurano come un *network* per l'ottimizzazione dei sistemi in tempo reale e che potrebbero supportare sempre più efficacemente la progettazione integrata di sistemi tecnologici passivi.

Ne consegue la necessità di un ripensamento dell'approccio progettuale nel suo complesso e, in particolare, in rapporto al ruolo delle soluzioni tecnologiche innovative, anche attraverso il recepimento delle riflessioni della Biomimetica sulle strategie complesse della natura⁴, come modello di efficienza funzionale ed efficienza energetica, di coerenza organizzativa, autoadattamento, multifunzionalità e automonitoraggio.

⁴ Si vedano i testi: Tucci, F. (2008), *Tecnologia e Natura. Gli insegnamenti della natura per il progetto dell'architettura bioclimatica*, Alinea, Firenze; Nachtigall, W., Bluechel, K.G., (2000), *Das Grosse Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart-München; Pallasmaa, J. (1995), *Animal Architecture*, Kirjoittajat Editions, Helsinki.

Bioclimatic design and passive systems

Valeria Cecafosso, Rosa Romano*

Thematic framework

Bioclimatic architecture refers to the design based on local climate, aimed at providing on one hand thermal and visual comfort, on the other hand energy efficiency. The building is set up to make use of wind for cooling, sun for heating and lighting, and other environmental sources to meet comfort and energy demands without using Hvac system. Within such a Nearly zero energy strategy, the building provides in a passive way nearly enough energy to meet its energy requirements. Passive systems, which are basic elements of bioclimatic design and have characterized for centuries the building typologies of many geographical areas, have been rediscovered as valuable heat exchanges between the inside and the outside of the building, also as a result of recent European regulations on energy saving and the widespread global social awareness on environmental issues. For more than a decade passive systems have been investigated with the purpose of defining new solutions that allow to dynamically set the environmental building performance thanks also to innovative building materials and building management systems. Buildings are complex systems and should therefore be considered as a whole.

State and characteristics of the research

The technological and legislation evolution on building energy efficiency and the analysis of their environmental impact have contributed to develop innovative researches on the topic of bioclimatic architecture. In this frame, the passive solar systems contribute to increase the building energy efficiency, ensuring a good condition of indoor comfort without Hvac systems. These technological solutions, in particular, allow decreasing building energy consumption through the possibility of: reducing heat losses from indoor to outdoor spaces; producing heat gains; improving the daylighting inside the building.

Sunspaces and greenhouses were developed in the 19th century, in parallel with the evolution of production process of iron and glass. However, only in the Seventies, during the oil world crisis, they have been integrated into the building envelope to improve its energy performances. In a similar way, the natural ventilation systems (malqaf, badgir, meneh, ventilation chimneys, wind towers etc.), used for centuries in Central Asia, in the Middle East and in the Mediterranean vernacular architecture, have found in the Nineties a new architectural interpretation, becoming characterizing elements of the “bioclimatic building” morphology.

The first European researches on the topic of bioclimatic design and passive technologies were conducted in Germany and Austria in the Eighties. The constructions built in these years and in these regions are still considered good examples of architectural integration of buffer spaces for the solar passive collection and natural ventilation. Also in Italy, many researches have allowed to define the energy potential associated to the adoption of these innovative passive solutions to improve building energy efficiency and its indoor comfort. Biometrics can be considered as another approach of bioclimatic design. It consists in the art of learning from nature and then transfer the knowledge in new applications. However, what has been discovered in this research area is very small compared to what is still possible to learn, to recognize and to reproduce in a sustainable architecture.

Lines of future experimentation

In recent years the environmental awareness and the need to establish a constructive dia-

* Valeria Cecafosso, PhD, Sapienza Università di Roma. Rosa Romano, PhD, Università di Firenze.

logue with microclimate factors have increased, lowering energy consumption in buildings down to zero. The Zero energy equation can be solved in many different ways: by increasing green power equipment, or by focusing on architectural design. Often the goal is achieved by using solar panels, wind turbines, etc. This equipment should be considered as an additional solution integrating a well-designed building shape, its passive and technological characterization and its spatial and functional organization.

The research is therefore focused on overcoming conceptual polarities like: mass vs. light or active vs. passive. Buildings are complex systems and they should be considered as a whole. Climate, geometric and physical data, passive systems, power equipment and users behaviour define the thermal and fluid dynamic building feedback. A high-performance passive building requires detailed analysis methods during the entire design process to achieve sub-systems interaction and optimization, strengthening the link between architecture and technology, where technological innovation can only be a function of environmental and social improvement and architecture is achieved by creating an anthropogenic ecosystem. Therefore, the future experimentation aims to: develop issues about the relationship between building systems and components in a specific environment, microclimate and biophysics context; improve performance control through dynamic simulations able to predict, efficiently and reliably, the building feedback as a whole; promote building management system set up for real-time optimization that could support more effectively the operation of passive systems.

Consequently, a final remark needs to be done about the research of a new building design approach, especially in relation to innovative technology solutions, also by including and implementing Nature biomimetics strategies, as a model of functional and energy efficiency, of organizational coherence, self-adaptation, multifunctionality and self-monitoring.

References

- Brown, G.Z.; De Kay, M. (2014), *Sun, Wind & Light*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Campioli, A.; Lavagna, M. (2013), *Tecniche ed Architettura*, Città studi, Milano.
- Francesco, D. (1996), *Architettura Bioclimatica*, Utet, Torino.
- Franco, G. (2015), *Paesaggi ed energia un equilibrio delicato*, Edicom, Monfalcone.
- Gallo, P. (2013), *Recupero bioclimatico edilizio e urbano. Strumenti, tecniche e casi studio*, Sistemi editoriali, Casoria.
- Giachetta, A.; Magliocco, A. (2007), *Progettazione sostenibile, dalla pianificazione territoriale all'ecodesign*, Carrocci, Roma.
- Herzog, T. (2000), *Architecture + Technology*, Prestel Verlag, Munich, London, New York.
- Matteoli, L.; Pagani, R. (eds) (2010), *City Futures, Architettura Design Tecnologia per il futuro della città*, Hoepli, Milano.
- Olgay, V. (1981), *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio, Padova.
- Rogora, A. (2003), *Architettura e Bioclimatica*, Esselibri, Napoli.
- Sala, M. (ed) (2004), *I percorsi della progettazione per la sostenibilità ambientale*, Alina, Firenze.
- Tucci, F. (2014), *Involucro, Clima, Energia. Qualità bioclimatica ed efficienza energetica in architettura nel progetto tecnologico ambientale della pelle degli edifici | Envelope, Climate, Energy. Bioclimatic quality and energy efficiency in architecture in the environmental technological design of building skins*, Altralinea, Firenze.