

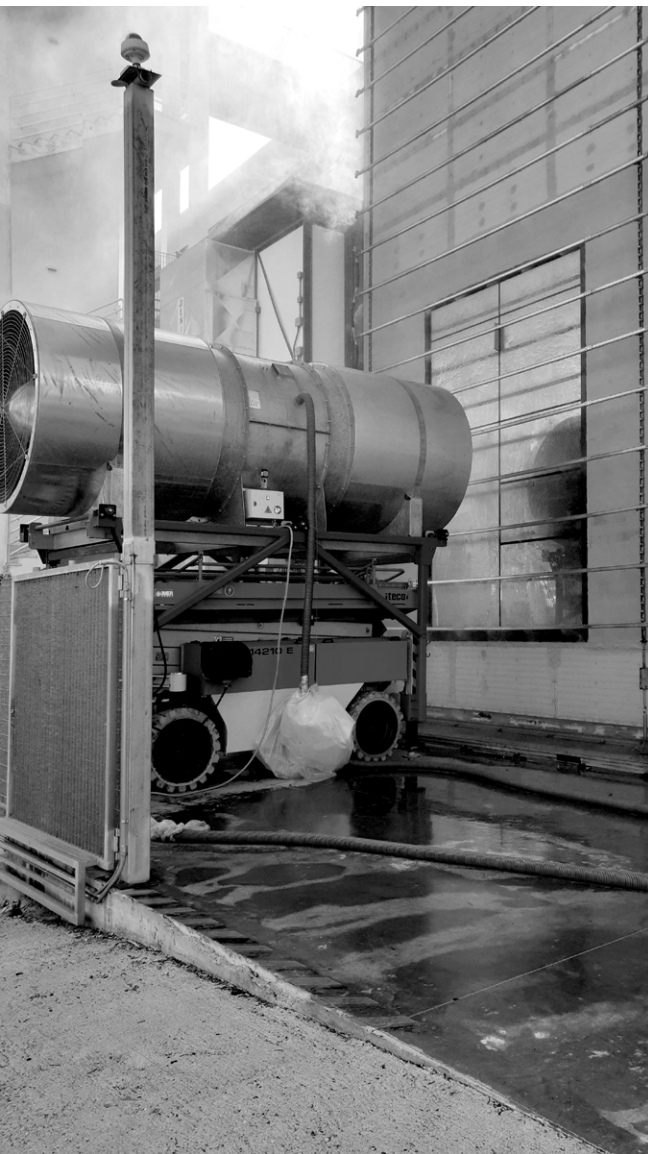
# LA MEDITERRANEA VERSO IL 2030

Studi e ricerche sul patrimonio storico e sui paesaggi antropici, tra conservazione e rigenerazione



a cura di Marina Mistretta,  
Bruno Mussari, Adolfo Santini

# ArchistoR EXTRA



## Indicators and Criteria for the Adaptive Design of the Resilient Built Environment in the Mediterranean Area in Order to Face the Challenge of Climate Change

Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio  
mmilardi@unirc.it, mariateresa.mandaglio@unirc.it

*The study refers to the ongoing research, aimed at defining a methodology that supports interventions that improve the resilience of the built environment, in a world of climate change. While it is known how the construction sector contributes to climate change, on the other hand, we also know that climate change substantially affects the resilience of the built environment. This situation therefore calls for the development of methodologies and tools useful for controlling the different dynamics that define relationships and synergies. With the use of new indicators and adaptive design approaches in sensitive environmental areas, we aim to investigate both "current conditions" and the applicability of strategies and solutions aimed at managing climate change in urban space, employing a new set of criteria. In particular, it was considered important to direct efforts towards the definition of adaptive envelopes, capable of controlling the two-way relationships between buildings and their context which influence the urban microclimate interdependently. The expected results are the following: the definition of a repertoire of urban assets that "trigger" climate change phenomena; the development of new indicators, to detect conditions of climate change in contexts; the definition of envelope models (useful for retrofits) with "plant-sensor" integration logics, for a "smart" approach in the microclimate control of the built environment.*

THE MEDITERRANEA TOWARDS 2030  
STUDIES AND RESEARCH ON HISTORICAL HERITAGE AND  
ANTHROPIC LANDSCAPES, CONSERVATION AND REGENERATION

[www.archistor.unirc.it](http://www.archistor.unirc.it)

ArchistoR EXTRA 6 (2019)

ISSN 2384-8898

Supplemento di ArchistoR 12/2019

ISSN 978-88-85479-08-1

DOI: 10.14633/AHR191



# Indicatori e criteri di progettazione adattiva dell'ambiente costruito resiliente in area mediterranea per la sfida dei cambiamenti climatici

Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio

Lo studio fa riferimento a una ricerca in corso, il cui tema è la progettazione adattiva per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani per combattere il cambiamento climatico nell'area del Mediterraneo.

È ormai acclarato come in questi ultimi anni il tema dei cambiamenti climatici si è sviluppato e diffuso in maniera sempre più rilevante portando con sé una maggiore consapevolezza degli impatti che questo provoca in termini umani, ambientali, sociali che economici<sup>1</sup>.

Già nel 1966 Mitchell definisce che il termine *climate change* si riferisce a “tutte le forme di incostanza climatica, indipendentemente dalle loro natura statistica o cause fisiche”.

L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), invece, lo delinea come “una variazione statisticamente significativa dello stato medio del clima o della sua variabilità, persistente per un periodo esteso, causata sia dalla sua variabilità naturale, sia dall'attività umana”, ovvero quando le cause umane sono attribuibili e fanno riferimento alla variabilità climatica.

Il paragrafo introduttivo; *Background*; *Obiettivi e risultati attesi*; *Metodi e strumenti*; *Sviluppi futuri della ricerca* sono da attribuire a Martino Milardi. Il paragrafo *Stato dell'arte* è da attribuire a Mariateresa Mandaglio.

1. BOM & CSIRO 2014.

Al contempo, l'*United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) definisce che non si può attribuire solo all'uomo la principale responsabilità dei cambiamenti climatici in atto, poiché il mutamento del clima rappresenterebbe un fenomeno ciclico<sup>2</sup>. Lo studio del clima e dei suoi cambiamenti rappresenta, quindi, un esempio emblematico della sfida intellettuale ed operativa che oggi viene posta dai sistemi complessi e i modelli matematici rappresentano gli strumenti ideali per coglierne il comportamento<sup>3</sup>. In particolare gli edifici affrontano i maggiori rischi di danni causati dagli impatti previsti del cambiamento climatico tra cui vento forte più frequente, aumento del calore, in particolare nelle città (effetto *Urban Heat Island*) e inondazioni e incendi che accompagnano alcuni eventi meteorologici estremi.

A tal fine il settore delle costruzioni richiede sempre di più uno sviluppo di metodologie e strumenti innovativi per limitare gli impatti dei cambiamenti climatici sull'ambiente urbano da un lato e, soprattutto, mitigare o dove possibile eliminare i fenomeni derivanti dalle dinamiche dell'ambiente costruito che innescano cambiamenti climatici alla piccola e alla grande scala<sup>4</sup>.

### *Stato dell'arte*

Il riscaldamento globale ha portato ad una revisione critica delle soluzioni di efficientamento energetico fino ad oggi più frequentemente utilizzate, spostando in particolare l'attenzione sul comportamento degli edifici in regime estivo<sup>5</sup>, fino ad arrivare, oggi, ad una necessità progettuale resiliente ed adattiva. Negli ultimi anni, infatti, sta sempre di più prendendo piede, soprattutto nel settore delle costruzioni, il concetto di resilienza<sup>6</sup> che vuole identificare una visione olistica del

2. La Terra ha 4.6 miliardi di anni con i cicli orbitali, ed in particolare il ciclo di Milanković, che determina periodi caldi e periodi freddi (interglaciali e glaciali) secondo epoche ricorrenti ogni 400.000 anni circa. I cicli solari, inoltre, hanno comportato variazioni nella costante solare, che si misura in W/m<sup>2</sup> con l'aumento globale delle temperature. Il Sole, tuttavia, attraversa un periodo di diminuzione della sua attività, con un picco negativo nel 2009 che avrebbe dovuto portare a una conseguente diminuzione delle temperature. Durante le epoche storiche il clima è sempre cambiato, ma ad accentuare questi cambiamenti sono anche gli eventi e le azioni, soprattutto umane (dalla Rivoluzione Industriale ad oggi) - Gianluca Lentini, ERSAF (Ente Regionale Servizi Agricoltura e Foreste) rivista IAASM - International Alumni Association Scuola Mattei.

3. PASINI *ET ALII* 2005.

4. ANTONINI, TUCCI 2017.

5. KOVATS *ET ALII* 2014.

6. Nel campo dell'ecologia, questo concetto è già emerso negli anni '70, per descrivere la capacità di un sistema di mantenere o ripristinare la funzionalità in caso di interruzione o disturbo.

processo edilizio analizzando gli impatti dei danni attraverso una metodologia dinamica al fine di considerare le capacità di “adattamento” dei sistemi.

Risulta sempre più evidente come i cambiamenti climatici richiedano una sostanziale modifica degli approcci alla progettazione di edifici per rendere i sistemi urbani più resilienti al climatechange.

Le attività di ricerca teorica e progettuale in atto riguardano lo studio di soluzioni innovative che limitino i fabbisogni di energia agendo sull’involucro edilizio nella sua componente opaca e trasparente. In tal senso, l’innovazione tecnologica ha consentito lo sviluppo e la caratterizzazione di materiali, tecnologie e componenti innovativi multifunzionali ai fini della riduzione dei consumi energetici e il miglioramento della qualità abitativa nonché di soluzioni innovative.

L’aspetto energetico diventa il campo privilegiato di indagini sia teoriche che applicate che possono ramificarsi in ricerche che sviluppino un approccio strategico-progettuale e di processo, analizzano il comportamento dell’edificio rispetto al contesto e individuano le strategie progettuali più adatte per il risparmio energetico, privilegiano tecniche e tecnologie innovative per la riduzione dei consumi energetici, studiando componenti e materiali sempre più efficienti.

### *Background*

I cambiamenti climatici probabilmente aumentano la frequenza e l’intensità delle ondate di calore, in particolare nell’Europa meridionale. Le strategie adattive includono l’utilizzo di massa termica, raffreddamento ventilatorio e frangisole a livelli estremi.

La recente programmazione della politica tecnica nazionale e internazionale individua nella rigenerazione delle aree urbane una opportunità capace di determinare positive ricadute per uno sviluppo socio-economico sostenibile, oggi sempre più orientato a far fronte alla nuova pressante emergenza del cambiamento climatico<sup>7</sup>.

Rigenerazione urbana, resilienza e adattività sono, infatti, parole chiave del Programma Horizon 2020, declinate sia con riferimento alle sfide sociali sia con riferimento allo sviluppo di sistemi urbani sostenibili e “smart”.

La letteratura scientifica sul clima, sulla progettazione ambientale e sull’ecologia urbana, evidenzia infatti l’opportunità di declinare il progetto urbano in termini di resilienza e di adattamento agli

7. BULKELEY, BETSILL 2005.

effetti del *climatechange*<sup>8</sup> secondo un approccio di *adaptive design*, ovvero un approccio capace di coniugare l'azione di rigenerazione urbana con obiettivi di riduzione del rischio ambientale.

L'*adaptive design* assume un ruolo centrale in linea con gli indirizzi di sviluppo della UE: dagli obiettivi di *Cities of Tomorrow* a quelli del 2030 *Climate and Energy Policy Framework*, all'iniziativa *Roadmap 2050* promossa dalla European Climate Foundation, che vedono l'attuazione di programmi di rigenerazione basati su principi di adattamento come risposta alle sfide ambientali e socioeconomiche<sup>9</sup>.

Documento principale di riferimento della ricerca è la *Cohesion Policy 2014-2020* che ha tra gli obiettivi prioritari l'incremento della resilienza del sistema urbano supportando un processo progettuale adattivo ed *ecosystem-based*.

Da questo scenario emerge l'esigenza di sviluppare un iter di ricerca multi-disciplinare per poter indirizzare i processi di rigenerazione urbana verso obiettivi *climateoriented* e di resilienza, integrati con le strategie su sicurezza, comfort, salute e utilizzo razionale delle risorse.

In questa luce, l'*adaptive design* rappresenta un interessante campo di avanzamento di ricerca, come risposta integrata, innovativa e misurabile alla vulnerabilità climatica dei sistemi urbani, per definire metodologie, linee di indirizzo strategico, soluzioni progettuali sperimentali e di innovazione tecnologica legate ai contesti. Il contributo qui presentato fa riferimento ad una ricerca, ancora in corso, che affronta il tema della rigenerazione dei distretti urbani attraverso approcci di *adaptive design*, finalizzati all'adattamento e alla mitigazione degli effetti del cambiamento climatico sull'ambiente costruito e viceversa.

### *Obiettivi e risultati attesi*

L'approccio progettuale di riferimento per le simulazioni applicative è quello di tipo "adattivo", ovvero quello che mira a sviluppare un processo dinamico analizzando le prestazioni del sistema urbano nelle sue differenti componenti e in relazione al suo efficace funzionamento.

L'obiettivo della ricerca è studiare l'applicabilità delle strategie e le possibili soluzioni tecnologiche per comprendere le dinamiche che influenzano la vulnerabilità ai cambiamenti climatici dello spazio urbano collocato in area mediterranea, e la sua capacità di recupero al fine di poter indirizzare la

8. FOLKE 2002.

9. BARRY ET ALII 2006.

sperimentazione verso la realizzazione di involucri efficienti e adattivi verificato attraverso test avanzati effettuati presso laboratori specializzati. Le condizioni climatiche delle aree mediterranee possono rappresentare un punto critico dell'involucro edilizio, poiché è l'elemento capace di gestire e regolare i flussi energetici. Nello specifico La ricerca qui descritta si propone di definire processi e tecnologie per lo studio e controllo delle relazioni bi-univoche tra edificio e contesto, ovvero, quelle che influenzano in modo interdipendente il microclima dello spazio urbano. Questo, attraverso lo sviluppo di: affidabili casistiche fenomenologiche dei cambiamenti climatici in ambiente mediterraneo; nuovi modelli di assetti urbani riconducibili a fenomeni microclimatici; indicatori robusti utili al rilievo degli elementi che instaurano sinergie di cambiamento climatico, sia prodotto che "subito".

Il carattere originale della ricerca risiede nella volontà di proporre modelli di progettazione di involucri concepiti secondo logiche di integrazione impiantistica e sensoristica mirando a concretizzare un nuovo approccio alle logiche "smart" dell'ambiente urbano.

In particolare, assimilare la nuova stratificazione dell'involucro a un sistema linfatico "radicato" alla rete urbana, offre la possibilità di mediare e stemperare i carichi termici indotti dalle superfici verticali diminuendo così gli effetti delle isole di calore che andrebbero a sommarsi agli altri aumentandone l'effetto sinergico. Infatti, se ormai è consolidata la lettura degli effetti delle isole e ondate di calore in ambiente urbano, o comunque degli altri fenomeni derivanti dal cambiamento climatico come le "bombe d'acqua", l'innovazione della ricerca è far interagire l'involucro con le isole di calore o i fenomeni estremi, in termini di risposta attiva, dinamica o adattiva.

Nella logica di *downscaling* degli approcci, i principali risultati attesi sono:

- definizione di un repertorio degli assetti urbani che "innescano" fenomeni di cambiamento climatico;
- sviluppo di indicatori, capaci di comparare di assetti urbani in condizioni di *climate change*;
- proporre modelli di progettazione di involucri concepiti secondo logiche di integrazione impiantistica e sensoristica, per concretizzare un approccio "smart" per il microclima dell'ambiente urbano.

### *Metodi e strumenti*

L'edificio è un sistema complesso di elementi strutturati e interrelati che rispondono nel loro insieme, e ciascuno per la sua parte, a una funzione assegnatagli, al pari di quanto avviene in altri settori produttivi. Poiché ogni sistema presenta una propria vulnerabilità nei confronti di specifiche

sollecitazioni, sia naturali che antropiche a seguito di determinate cause di perturbazione, non è facile valutarle e misurarle ma è possibile almeno controllarne la meta-stabilità, evitando il rischio di superare la soglia di resilienza.

È proprio in questo ambito tematico che la ricerca si colloca sviluppando un set di indicatori chiave e di sintesi che consentono l'analisi, la simulazione e la comparazione degli scenari. A partire dalla letteratura scientifica di riferimento, si individuano, infatti, appropriati benchmark per correlare i parametri prestazionali al potenziale rigenerativo dei distretti urbani, analizzando le condizioni di vulnerabilità e prefigurando quelle di adattabilità e resilienza. Un riferimento chiave è costituito da parametri ambientali individuati nell'ambito di esperienze internazionali, quali *Biotope Area Factor*, *City Biodiversity Index*, *Low Impact Development* nonché dai protocolli nazionali, quali GBC-Italia Quartieri e ITACA.

La costruzione del sistema di indicatori vuole rappresentare un avanzamento rispetto allo stato dell'arte, poiché quelli attualmente in uso sono applicati in maniera parziale e non supportano la richiesta di controllo integrato propria di interventi resilienti.

La ricerca si è quindi articolata secondo le fasi:

- conoscenza/tassonomia;
- misura/valutazione;
- sperimentazione/comparazione.

Il contesto applicativo della ricerca è costituito da 3 distretti urbani della città di Reggio Calabria che costituiscono degli affidabili e rappresentativi modelli degli assetti urbani riconducibili ai tessuti costruiti in area mediterranea. Su questi Distretti si intendono sviluppare delle simulazioni di condizioni di cambiamento climatico, dovuto in larga misura alle isole e alle ondate di calore ai fenomeni pluviometrici estremi, ai "micro-tifoni" che in questi ultimi anni si formano in modo alquanto frequente nelle zone costiere. Attraverso l'interpolazione algoritmica dei dati relativi ai materiali di superficie, agli assetti urbani, ai fattori ed elementi climatici, mediante software di modellazione sarà possibile la simulazione delle dinamiche di fenomenologia e funzionamento climatico tale da rendere possibile lo studio delle interdipendenze o comprensione delle differenti azioni di "innesco" e di "passività". Le attività di ricerca sono facilitate dall'opportunità di poter disporre di un laboratorio permanente la Sezione TCLab del BFL *Building Future Lab* finalizzato al testing avanzato degli involucri edilizi. Tale infrastruttura consente di sperimentare nuovi approcci e sistemi tecnici per l'edificio sostenibile del futuro.

Attraverso strumentazioni che riproducono su *mock-up* di involucri, sollecitazioni climatiche estreme è possibile studiare non solo le risposte prestazionali degli involucri ma anche misurare le caratteristiche

resilienti degli stessi. Questo, consente di configurare i vari scenari di adattività degli edifici orientando le decisioni progettuali verso le opzioni più congruenti ai diversi contesti di riferimento e relazione<sup>10</sup>.

### *Sviluppi futuri della ricerca*

Partendo dal concetto di resilienza e applicando un approccio progettuale adattivo, è importante identificare e sintetizzare i risultati attesi.

I cambiamenti climatici già in essere, e quelli futuri impongono l'individuazione di strategie di adattamento finalizzate a contenere gli impatti negativi e a sfruttare eventuali effetti positivi.

In Europa, gli edifici rappresentano un pezzo critico di qualsiasi futuro globale a basse emissioni di carbonio. Tuttavia, in molti paesi in via di sviluppo, vi è anche una sostanziale necessità di alloggi e servizi di base. Politiche efficaci in questi paesi possono portare a edifici e insediamenti più ampi, che resistono al clima e utilizzano l'energia in modo molto efficiente, frenando così l'aumento delle emissioni di gas a effetto serra.

La resilienza è, quindi un concetto con più dimensioni che necessita l'individuazione di nuovi comportamenti e modifiche alle politiche e alle pratiche. Andare verso la resilienza significa progettare in funzione non solo del contesto e dei possibili rischi presenti, ma anche delle condizioni culturali di partenza e aumentando la capacità di adattamento degli edifici attraverso le innovazioni tecnologiche in atto. Da quanto detto emerge che le tematiche ambientali e le problematiche che scaturiscono dalle interazioni esistenti tra edificio e contesto riportano spesso l'attenzione sull'involucro e sulla sua progettazione con la necessità di analizzarlo nella sua completa messa a sistema. Sembra quindi fondamentale la definizione di un repertorio di risorse urbane che "innescano" fenomeni di cambiamento climatico, nello specifico in area mediterranea, e individuarne gli indicatori al fine di proporre modelli di design di sviluppo per realizzare un approccio "intelligente" per il microclima dell'ambiente urbano.

La ricerca, essendo ancora in progress potrebbe avere, inoltre, ricadute applicative nell'ambito degli indirizzi strategici nazionali ed europei che vedono nelle azioni di adattamento al cambiamento climatico un fattore essenziale per lo sviluppo sostenibile delle città. Attraverso l'individuazione degli indicatori è, inoltre, possibile, sviluppare un protocollo dinamico e applicabile in differenti situazioni di contesto urbano e ambientale.

Pertanto le relazioni fra le problematiche indagate, i parametri e gli indicatori energetici, costituiscono una modalità di lettura innovativa e interrelata delle prestazioni energetiche.

10. MILARDI 2016.

## Bibliografia

ANTONINI, TUCCI 2017 - E. ANTONINI, F. TUCCI (a cura di), *Architettura, Città e Territorio verso la GREEN ECONOMY*, Edizioni Ambiente, Milano 2017.

ARUP & PARTNERS 2014 - ARUP & PARTNERS, *City Resilience Framework, for "100 Resilient Cities"*, project of Rockefeller Foundation, 2014, <https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20140410162455/City-Resilience-Framework-2015.pdf> (ultimo accesso 24 marzo 2019).

BARRY, JOHANNA 2006 - S. BARRY, W. JOHANNA, *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability*, in «Global Environmental Change», 2006, 16/3, pp. 282-292.

BOM & CSIRO 2014 - BOM & CSIRO, *State of the climate*, 2014, <http://www.bom.gov.au/state-of-the-climate/2014/> (ultimo accesso 15 gennaio 2019).

BROWN ET ALII 2014 - R.D. BROWN ET ALII, *Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change*, in «Landscape and urban planning», 2014, 138, pp. 118-131.

BULKELEY, BETSILL 2005 - H. BULKELEY, M. BETSILL, *Cities and Climate Change*, Routledge, London and New York 2005.

CHAMPAGNEA, AKTASA 2016 - L. CHAMPAGNEA, B. AKTASA, *Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings*, in «Procedia Engineering», 2016, 145, pp. 380-387. (International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction).

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2015 - COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 39, *Towards a comprehensive climate change agreement in Copenhagen*, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0039:FIN:EN:PDF> (ultimo accesso 23 giugno 2019).

D'AMBROSIO, LEONE 2016 - V. D'AMBROSIO, M.F. LEONE, *Progettazione ambientale per l'adattamento al ClimateChange. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza. Environmental Design for ClimateChangeadaptation. Innovative models for the production of knowledge*, CLEAN, Napoli 2016.

DICKSON ET ALII 2012 - E. DICKSON ET ALII, *Urban risk assessments: an approach for understanding disaster and climate risk in cities*, The World Bank, Washington DC 2012.

*Exploring the EU ETS beyond 2020* 2015 - *Exploring the EU ETS beyond 2020. A first assessment of the EU Commission's proposal for Phase IV of the EU ETS (2021-2030)*, <https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2015/11/15-11-30-COPEC-FULL-REPORT.pdf> (ultimo accesso 16 febbraio 2019).

FITCH 1972 - J.M. FITCH, *American Building 2: The Environmental Forces that shape it*, Houghton Mifflin, Boston 1972.

FOLKE ET ALII 2002 - C. FOLKE ET ALII, *Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations*, in «Ambio», 2002, 31/5, pp. 437-440.

GIVONI ET ALII 2003 - B. GIVONI ET ALII, *Outdoor comfort research issues*, in «Energy and Buildings», 2003, 35/1, pp. 77-86.

IPCC 2014 - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*, <http://www.ipcc.ch/report/ar5> (ultimo accesso 18 marzo 2019).

MILARDI 2016 - M. MILARDI, *An applied research laboratory for technological innovation processes in building*, in «TECHNE», 2016, 11, pp. 113-118.

MILARDI 2018 - M. MILARDI, *Adaptive Models for the Energy Efficiency of Building Envelopes*, in «Journal of Technology Innovations in Renewable Energy», 2018, 6, pp. 108-117.

PASINI ET ALII 2005 - G.PASINI ET ALII, *Hardware Implementation of a Broad-Band Vector Spectrum Analyzer Based on Randomized Sampling*, in «IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement», 2005, 54, pp. 1575-1582.

SABBIONI, BONAZZA 2016 - C. SABBIONI, A. BONAZZA, *Gli effetti dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale monumentale, la conoscenza dello scenario euro-mediterraneo per possibili azioni di mitigazione*, in «Energia, ambiente e innovazione», 2016, <http://www.eai.enea.it/archivio/anno-2016/patrimonio-culturale/gli-effetti-dei-cambiamenti-climatici-sul-patrimonio-culturale-monumentale-la-conoscenza-dello-scenario-euro-mediterraneo-per-possibili-azioni-di-mitigazione/@download/pdf/Clima-e-patrimonio-culturale.pdf> (ultimo accesso 27 aprile 2019).

ZINN, FITZSIMONS 2014 - J. ZINN, P. FITZSIMONS, *Decision taking in times of uncertainty: towards an efficient strategy to manage risk and uncertainty in climate change adaption*, Victorian centre for climate change adaption research, <http://www.vcccar.org.au/publication/literature-review/decision-taking-in-times-uncertainty-towards-an-efficient-strategy-to> (ultimo accesso 24 marzo 2019).