**EWT** | **Eco Web Town** | **ISSN: 2039-2656** | **http://www.ecowebtown.it**
Edizioni SUT - Sustainable Urban Transformation, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
*Direttore:* Alberto Clementi, *Caporedattore:* Massimo Angrilli | *Reg. Tribunale di Pescara n°9/2011 - 07/04/2011*

# Ricerca e sperimentazione per i Distretti tecnologici

Valeria D'Ambrosio, Alessandro Claudi de Saint Mihiel

**Abstract**
L'Unità di ricerca Tecnologia e Ambiente del DiARC svolge ricerche sulle tematiche relative alla progettazione tecnologica e ambientale per interventi ex novo e per la rigenerazione urbana ed edilizia con particolare riferimento a tecnologie, processi e metodologie per l'incremento della capacità di resilienza e adattabilità dell'ambiente costruito, la riduzione dei consumi e dei fabbisogni energetici degli edifici, per l'uso razionale delle risorse ambientali, l'innovazione di prodotto, la sperimentazione progettuale.
Fra le ricerche in atto hanno una particolare rilevanza per la complessità e l'innovazione dei temi trattati quelle condotte con il Distretto ad Alta tecnologia per le costruzioni Sostenibili STRESS Scarl in cui l'ambito della Tecnologia dell'architettura ha svolto un ruolo di coordinamento avvalendosi di apporti disciplinari interni e esterni all'area dell'architettura nonché di partners industriali. Il principale obiettivo è di ottenere ricadute concrete sul territorio attraverso piattaforme di supporto alle decisioni, progetti dimostratori e prototipi, in linea con gli indirizzi della terza missione che caratterizzano sempre di più gli esiti della ricerca universitaria in partenariato con la P.A, gli Enti locali, Centri di ricerca e realtà industriali.

**Parole chiave:**
Progettazione sostenibile
Ingegneria civile e architettura
Scienze per la sostenibilità, l'ambiente e le risorse

## Principali linee di ricerca dell'U.R. Tecnologia e Ambiente del DiARC *(V. D'Ambrosio)*

Tra le attività di ricerca condotte negli ultimi anni dall'Unità di ricerca Tecnologia e Ambiente del DiARC, la tematica relativa alla Progettazione tecnologica e ambientale per la rigenerazione urbana ed edilizia è stata affrontata con particolare riferimento a tecnologie, processi e metodologie per l'incremento della capacità di resilienza e adattabilità dell'ambiente costruito, la riduzione dei consumi e dei fabbisogni energetici degli edifici,

l'uso razionale delle risorse ambientali, la riduzione degli impatti, l'innovazione di prodotto, la sperimentazione progettuale.
Le principali linee di ricerca sviluppate negli ultimi anni riguardano:

- l'innovazione tecnologica nei processi di riqualificazione edilizia[1];
- i processi e le tecnologie per la riqualificazione sostenibile dell'ambiente antropico[2];
- la progettazione ambientale per il progetto urbano[3];
- le metodologie e gli strumenti per la progettazione adattiva in regime di climate change[4];
- le tecnologie innovative di sistemi e componenti per l'ambiente costruito[5];
- la progettazione tecnologica per la riduzione del fabbisogno energetico degli edifici[6];
- la sperimentazione progettuale con metodologie digitali per l'eco-efficienza[7].

Le metodologie adottate hanno avuto un costante riferimento alla logica sistemica, processuale ed esigenziale-prestazionale, nell'interpretazione delle trasformazioni in atto nel processo edilizio oltre che nella comprensione delle dinamiche innovative della produzione industriale per l'edilizia, delle impostazioni operative e delle verifiche applicative con riferimento a sistemi di requisiti e di indicatori.
Alcuni ambiti di ricerca sono stati affrontati attraverso approcci sperimentali, in cui si è attuata una condivisione delle conoscenze fra più competenze disciplinari appartenenti a numerose aree scientifiche, anche con il coinvolgimento di partners industriali e attraverso l'attuazione di approcci interscalari e interdisciplinari.
Fra le ricerche in atto hanno una particolare rilevanza per la complessità e l'innovazione dei temi trattati le attività di ricerca applicata condotte nel Distretto ad Alta Tecnologia per le Costruzioni Sostenibili STRESS Scarl che, primo in Italia, nasce con l'obiettivo di valorizzare i livelli di competitività e di innovazione attraverso la sinergia tra università, imprese e centri di ricerca sul territorio regionale della Campania.
Le linee di ricerca condotte dal Distretto sono riferibili ad ambiti strategici, confrontandosi con le tematiche dell'innovazione e del trasferimento tecnologico inquadrate nei più avanzati indirizzi della ricerca europea e internazionale quali le strategie di adattamento e mitigazione al cambiamento climatico, la resilienza dell'ambiente costruito, la realizzazione di edifici a energia quasi zero.
In tali ambiti sono state sviluppate le due ricerche METROPOLIS - *MEtodologie e Tecnologie integRate e sOstenibili Per l'adattamentO e La sIcurezza di Sistemi urbani*[8] e SMARTCASE - *Soluzioni innovative MultifunzionAli peR l'otTimizzazione dei Consumi di energiA primaria della vivibilità indoor nel Sistema Edilizio*[9]*,* finanziate nel Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013, nell'ambito del piano di Azione e Coesione dell'Unione europea, amministrato dal Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca e dal Ministero dello Sviluppo economico, in cui l'ambito della tecnologia dell'architettura ha svolto un ruolo di coordinamento avvalendosi di numerosi apporti disciplinari interni all'area dell'architettura ed esterni ad essa, nonché di numerosi partners industriali con l'obiettivo di ottenere ricadute concrete sul territorio attraverso Piattaforme di supporto alle decisioni, progetti dimostratori e prototipi, in linea con gli obiettivi della terza missione che stanno caratterizzando sempre di più gli esiti della ricerca universitaria in partenariato con la Pubblica Amministrazione, con gli Enti locali, Centri di ricerca e realtà industriali di rilevanza nazionale.

## *Adaptive design* e modelli sperimentali per il sistema urbano. Il Progetto METROPOLIS

Nell'ambito delle più avanzate linee di ricerca europee riferite alle tematiche dei cambiamenti climatici si inquadra la progettazione adattiva per contrastare gli effetti in ambito urbano dei fenomeni di ondata di calore e di *pluvial flooding*. Tra gli impatti climatici i principali ricadono sulla salute e sul benessere dei cittadini, sui picchi di domanda energetica, sul funzionamento di infrastrutture e di reti tecnologiche[10].

Queste tematiche, in una loro declinazione multidisciplinare, hanno costituito il contributo specifico del gruppo di ricerca Tecnologia e Ambiente del DiARC nel progetto di ricerca METROPOLIS[11] che ha come obiettivo generale la gestione dei rischi – sismico, idrogeologico e climatico – nei contesti urbanizzati. Il progetto, condotto nell'ambito del Distretto ad Alta tecnologia STRESS, prevede l'elaborazione di metodologie e strumenti di conoscenza del sistema urbano e di individuazione delle condizioni di *hazard* e di vulnerabilità. L'esito finale, di tipo sperimentale, è costituito da una piattaforma integrata di supporto alle decisioni che simula scenari e soluzioni tecnico/tipologiche e progettuali riferite alla riduzione della vulnerabilità e dei rischi ambientali per un sistema urbano resiliente e sostenibile. La piattaforma e le metodologie prodotte hanno la loro applicazione sperimentale nel contesto regionale campano ma il sistema è concepito per poter essere trasferibile in altri contesti e condizioni operative.

L'attuale stato delle conoscenze sul tema dell'adattamento al cambiamento climatico a livello internazionale è stato sviluppato con approcci che hanno privilegiato soprattutto l'area vasta. Non solo il campo della ricerca scientifica ma anche quello delle politiche tecniche per l'ambiente costruito sollecitano in questa fase la necessità di sperimentazioni attraverso processi di *downscaling* attuati alla scala locale. A partire dai piani di adattamento sono in via di sviluppo linee guida, manualistica, soluzioni progettuali più mirate. Infatti la valutazione degli effettivi livelli di vulnerabilità richiede più dettagliate scale di approfondimento delle conoscenze e una loro elaborazione finalizzata alla comprensione dei fenomeni urbani e alle misure di adattamento e mitigazione. L'inquadramento della vulnerabilità parte dal fatto che essa dipenda da molteplici fattori. Alcuni sono interni alle caratteristiche del sistema urbano quali il grado di esposizione ai fenomeni del *climate change* e il grado di sensibilità secondo cui è colpito il sistema. Altri fattori sono esterni, come gli impatti, ovvero l'entità degli effetti dei cambiamenti climatici. La capacità di adattamento, definita attraverso caratteristiche intrinseche del sistema urbano o qualità e prestazioni introdotte in seguito ad appropriati interventi progettuali, induce una riduzione dei danni potenziali e, di riflesso, un abbassamento della vulnerabilità e un incremento della resilienza del sistema[12] (fig.1).

L'impostazione del lavoro di ricerca è partito dal presupposto che la conoscenza della vulnerabilità e la progettazione degli indirizzi per l'adattamento dovessero essere affrontati a partire da una scala di approfondimento quale quella dei quartieri, degli elementi urbani complessi, degli isolati e degli edifici e degli spazi aperti. Infatti gli elementi di base per le analisi, per la modellizzazione e per le proposte di *adaptive design* sono stati gli edifici e le strade. Questo approccio è ribaltato rispetto a quello attuato attraverso scalarità progressive che partono dal livello della pianificazione territoriale, poiché solo con le risultanti derivate dal controllo alla scala edilizia si è ritenuto di poter raggiungere risultati che consentissero di prevedere il reale grado di vulnerabilità al *climate change* in ambito urbano e le azioni necessarie per ridurne il livello.

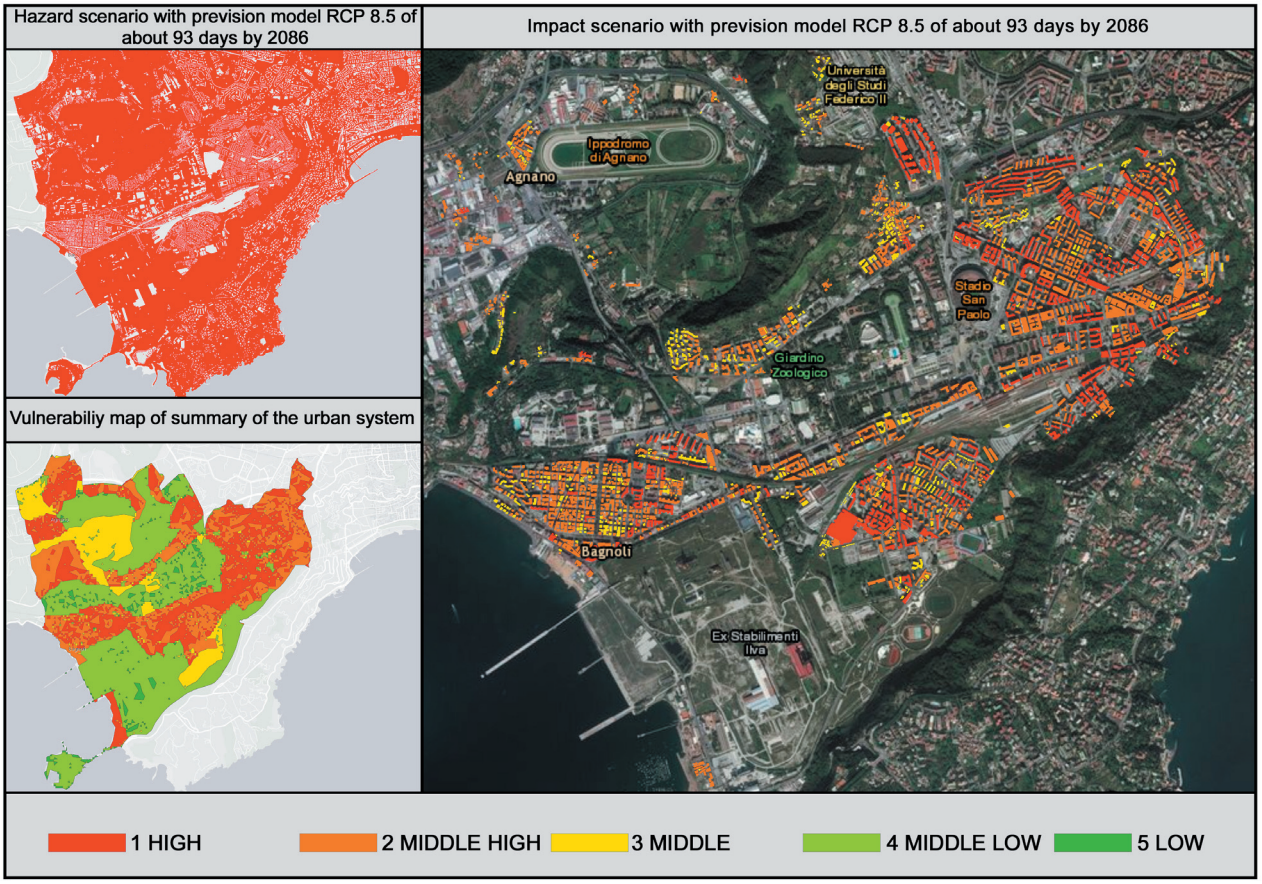


Fig.1. Scenario di impatto prodotto da un hazard all'ondata di calore previsto al 2086 a Napoli della durata di 93 giorni (su modello di previsione RCP 8.5 - Representative Concentration Pathways). La carta tematica mostra la classificazione degli impatti sulla popolazione residente elaborata a partire dalla vulnerabilità intrinseca del sistema urbano.

La conoscenza e le scelte progettuali si sono basate sulla considerazione preliminare che, per le loro caratteristiche specifiche (tipo-morfologiche, funzionali-spaziali, tecnologiche e ambientali, sociali), gli insediamenti urbani subiscono impatti differenziati, in relazione al grado di vulnerabilità intrinseca del sistema urbano (correlato agli elementi esposti e alle loro caratteristiche di sensitività ai cambiamenti climatici) e alle condizioni di pericolosità legate agli scenari di proiezione climatica. La stima del livello di vulnerabilità del sistema urbano è stata effettuata attraverso la costruzione di indicatori tecnologici, ambientali ed economici in grado di quantificare e monitorare nel tempo la risposta prestazionale del sistema fisico (edifici e spazi aperti) in relazione alle caratteristiche della popolazione più esposta ai fenomeni climatici analizzati.
La lettura del sistema urbano è stata sviluppata secondo più livelli sia per la complessità di contenuti, sia per la convergenza di molteplici approcci disciplinari[13] a partire dall'analisi del sistema fisico a cui è stata associata la sfera sociale, economica e ambientale. Tra le differenti competenze disciplinari coinvolte, il contributo della progettazione tecnologica e ambientale si è sviluppato sia nei termini dei contenuti delle proprie specificità disciplinari, sia attraverso la capacità di approccio sistemico e processuale. Operando sul sistema urbano il ruolo della progettazione tecnologica e ambientale ha riguardato gli aspetti analitici e progettuali con i processi di conoscenza, di simulazione e di prefigurazione degli effetti degli interventi di riqualificazione relativi ad ambiti urbani omogenei, elementi urbani, edifici e spazi aperti (fig. 2).

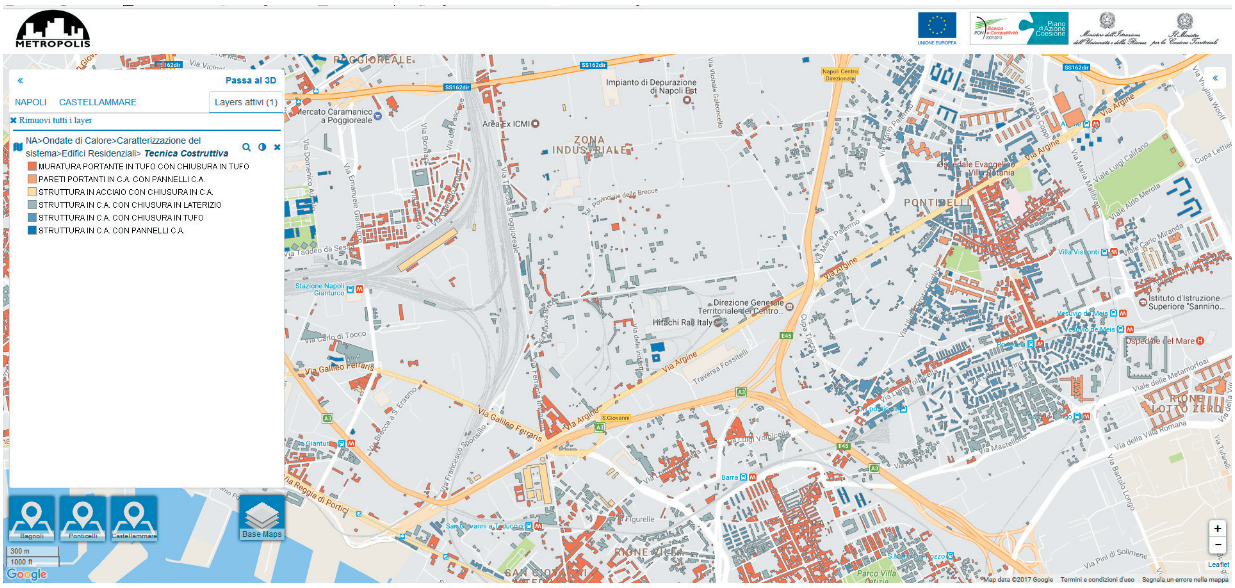


Fig. 2. Il progetto dimostratore della ricerca Metropolis. Esempio di carta tematica nell'area di studio di Napoli est consultabile sulla Piattaforma webGIS.

Il principale prodotto dell'attività di ricerca è stato lo sviluppo di metodologie e l'elaborazione di modelli complessi di carattere analitico-previsionale. Infatti, nella fase dell'elaborazione del quadro delle conoscenze sul sistema urbano, è stato restituito l'insieme delle informazioni, gli strumenti e le metodologie necessarie per costituire un modello di conoscenza che raccogliesse al suo interno la molteplicità dei dati di un sistema complesso come quello urbano, in cui concorrono saperi e competenze specifici e fra loro integrati. Si sono attuate indagini dettagliate, lavorando alla scala degli elementi urbani, degli edifici e degli spazi aperti, al fine di recepire informazioni mirate che potessero integrarsi con i dati di carattere più generale ricavati da banche dati istituzionali. La conoscenza per parti ed elementi della città tipizzati e ricorrenti ha consentito di poter estendere, con un procedimento analogico e attraverso il riscontro di appropriate verifiche, prestazioni e caratteristiche fisiche ad elementi e contesti analoghi. Tale estensione ha permesso di ottenere mappature ampie dei fenomeni, riportando inoltre i dati di natura eterogenea su un piano di normalizzazione delle informazioni ottenibili al fine di comporre un quadro complesso per l'interpretazione dei fenomeni e per il loro utilizzo nella prospettiva di simulazione di azioni e soluzioni progettuali di *adaptive design*. La fase di conoscenza ha rappresentato il punto di partenza per l'elaborazione di indicatori di sensitività ed esposizione attraverso i quali stimare il grado di vulnerabilità del sistema urbano e di sue parti, riferendola ai sistemi degli edifici, degli spazi aperti e della popolazione.
Le metodologie applicate nelle varie fasi della ricerca sono state di tipo analitico-deduttivo oltre che di tipo sperimentale per l'elaborazione dei modelli di conoscenza, di valutazione dei livelli di vulnerabilità e di simulazione sulla capacità adattiva del sistema urbano in base all'utilizzo di soluzioni di *adaptive design*. I modelli sono stati strutturati come un database spaziale in ambiente GIS che, attraverso la modellazione e il processamento dei dati, rende il sistema interrogabile e implementabile. La collaborazione con Centri di ricerca specializzati nell'ambito delle proiezioni climatiche come il Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti

Climatici nonché partners industriali quali, ad esempio, Geoslab per l'elaborazione di dati da telerilevamento, ha condotto alla sperimentazione dei modelli per la caratterizzazione degli *hazard* all'ondata di calore e al *pluvial flooding* attraverso i quali definire scenari di pericolosità e valutarne la loro intensificazione nel tempo.
Le metodologie e i modelli sviluppati sono stati sperimentati in alcune aree urbane della città di Napoli corrispondenti all'area orientale (dal margine del Centro Antico fino al quartiere di Ponticelli) e quella occidentale (quartieri di Bagnoli, Cavalleggeri d'Aosta e Fuorigrotta), aree ritenute significative per la compresenza di differenti condizioni geomorfologiche, di modalità di crescita urbana e per essere articolate attraverso parti di città consolidata, parti di espansione urbana degli anni '70 – '80 e parti di città "informale" contemporanea.
La ricerca ha affrontato le tematiche della progettazione tecnologica e ambientale collegandola a processi di interscalarità e ad analisi mirate, estese dagli edifici alla scala urbana. L'approfondimento ha riguardato non solo l'operazione di *downscaling* dei fattori legati al cambiamento climatico ma anche di quelli predisponenti e cioè relativi alle caratteristiche del sistema fisico e della popolazione che concorrono alla esposizione e alla sensitività. Poiché i dati provenienti dalle banche dati istituzionali non risultano sufficienti ad elaborare scenari dettagliati, è stato necessario sviluppare un modello con caratteristiche originali che tenesse insieme anche una rilevante quantità di dati derivati dall'osservazione diretta. La ricerca ha inoltre sviluppato relazioni fra le verifiche di applicabilità in specifici contesti delle soluzioni di *adaptive design* e i potenziali cobenefit derivanti dal sistema delle scelte effettuate, come per esempio le ricadute in termini di costi-benefici.
Sviluppi di ricerca sul tema potranno riguardare l'approfondimento dei processi di modellazione per la definizione di più ampi scenari di impatto e di analisi della resilienza, valutando l'efficacia delle misure di adattamento e le conseguenze multi-settoriali nel tempo (sul benessere e la sicurezza delle aree urbane, sulla qualità ambientale degli edifici e spazi aperti, sull'uso di risorse materiali ed energetiche, sull'inclusione sociale e l'istruzione, gli aspetti economici diretti e indiretti) promuovendo azioni di confronto e disseminazione in ambito europeo[14].
Un ulteriore sviluppo del tema di ricerca attiene la sperimentazione di approcci di *adaptive design* nell'ambito di processi di rigenerazione urbana in aree caratterizzate da trend ambientali critici, verificando l'applicabilità di indirizzi strategici e soluzioni di progettazione tecnologica e ambientale con ricadute sulla riduzione dell'esposizione ai rischi climatici e sulla sostenibilità socio-economica attraverso progetti dimostratori di tipo sperimentale. Tale tematica è oggetto della ricerca PRIN 2015 nella quale, con modalità operative interscalari, si potranno definire corrispondenze efficaci tra la gestione delle risorse, la governance dei processi e l'attivazione di micro e macro azioni di rigenerazione (attraverso interventi ex novo e di retrofit tecnologico), per ridurre la vulnerabilità climatica del sistema urbano[15].

## Il sistema architettura-tecnologia-ambiente per il Progetto SMART CASE

*(A. Claudi de Saint Mihiel)*

Gli attuali indirizzi dell'Unione Europea evidenziano la necessità – all'interno del dibattito sul costruire sostenibile, attento alle istanze ambientali, al benessere e alla sicurezza degli individui – di applicare modalità d'intervento integrate, al fine di ottenere edifici strutturalmente sicuri e caratterizzati da ridotti impatti ambientali, con condizioni di comfort adeguate alle esigenze dei fruitori e bassi consumi energetici nella vita di esercizio. In questo scenario, un ruolo strategico è individuabile nella formazione dei Distretti Tecnologici[16], che costituiscono

un network attivo su scala nazionale e internazionale per la promozione e la diffusione della cultura dell'innovazione nel settore costruzioni promuovendo lo sviluppo di attività di ricerca scientifica, trasferimento tecnologico e formazione specialistica.
Nell'ambito del Distretto STRESS, questa tematica è affrontata nelle attività di ricerca del progetto Smart Case[17] in cui sono affrontati i temi legati alla definizione di soluzioni innovative multifunzionali per l'ottimizzazione dei consumi di energia primaria e della vivibilità indoor grazie allo studio di strategie progettuali per l'involucro opaco e quello trasparente, di soluzioni di integrazione impiantistica e per di componentistica solare, di sistemi per il monitoraggio, controllo e gestione dei consumi per raggiungere i migliori standard di efficienza energetica possibili (Zero Energy Building, Net Zero Energy Building, Net Zero Source).
La ricerca relativa alle tematiche dell'architettura Nearly zero energy si colloca all'interno della Progettazione tecnologica[18] prevalentemente in relazione all'ambito della riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, delle tecnologie innovative e per la riduzione dei fabbisogni energetici dei nuovi interventi edilizi, della governance di processo, dei protocolli di sostenibilità ambientale ed energetica. L'aspetto energetico rappresenta il campo privilegiato di indagini sia teoriche che applicate che si esplicitano in ricerche condotte dal gruppo Tecnologia e Ambiente del DiARC il cui contributo specifico riguarda le modalità e i contenuti di progettazione tecnologica e ambientale nell'individuazione di strategie progettuali per operazioni di retrofit relative al patrimonio edilizio esistente. In particolare, sono oggetto di ricerca le soluzioni per l'ottimizzazione dei consumi di energia primaria e della vivibilità indoor relativamente agli edifici di nuova costruzione agendo sull'involucro edilizio, per l'incremento dell'efficienza dei sistemi attivi, l'approvvigionamento di energia da fonti rinnovabili e la gestione del sistema edificio-impianto in riferimento alla verifica del grado di integrabilità dei componenti progettati in termini di resa prestazionale (ambientale e tecnologica) ed economica.
Gli ambiti di ricerca della U.R. sono focalizzate su temi in cui sono considerate in maniera critica alcune attuali inadeguatezze tecniche e di pratiche progettuali e costruttive correnti, mirando all'utilizzo di nuove e più efficienti tecnologie per il miglioramento delle prestazioni non solo orientate all'ottimizzazione degli aspetti energetici dell'edificio ma anche alla qualità globale degli organismi edilizi. Questo è possibile attraverso interventi di progettazione integrata finalizzati al superamento di una concezione lineare del processo progettuale e la capacità di prefigurare e verificare l'efficacia delle trasformazioni in progetti condotti contemporaneamente su più livelli e da più attori.
L'attuale stato delle conoscenze attiene la consapevolezza che l'efficienza energetica degli edifici è determinata in larga misura dalle prestazioni dell'involucro, dal rendimento degli impianti e dai sistemi di controllo passivo per il comfort estivo e invernale. La ricerca si è posta l'obiettivo di sviluppare strumenti e metodologie di supporto e orientamento alla progettazione per interventi di nuova costruzione in area mediterranea, relativamente alla selezione di tecnologie di involucro per le migliori performance complessive del sistema edificio dal punto di vista energetico e ambientale nonché strutturale data anche l'elevata criticità in termini di rischio sismico del contesto mediterraneo.
In particolare nell'ambito della ricerca Smart Case le attività hanno riguardato 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 per l'involucro opaco ai fini della riduzione dei consumi energetici e il miglioramento della qualità abitativa indoor nonché soluzioni performanti in termini della riduzione del

fabbisogno energetico dell'edificio (morfologia, compattezza, orientamento) e di garantire soddisfacenti livelli di illuminamento attraverso il controllo e la gestione della componente solare e luminosa. Le attività di ricerca che riguardano l'efficienza energetica, si concentrano – inoltre - sulla sperimentazione di nuove soluzioni tecnologiche quali componenti smart e sistemi tecnologici con intelligenza integrata, che permettono di conoscere in tempo reale la gestione energetica degli edifici attraverso un maggiore controllo delle performance dell'edificio orientate al consumo net zero energy.
Esiti della ricerca per la realizzazione di edifici a impatto quasi zero hanno riguardato la messa a sistema di fattori di carattere endogeno e ed esogeno. I primi consistono nelle proprietà, caratteristiche e prestazioni delle parti degli edifici e dell'edifico nel suo insieme: trasmittanza e inerzia termica dell'involucro, ventilazione naturale degli ambienti indoor, guadagno termico indiretto, ecc. I secondi risiedono nelle caratteristiche geografiche, climatiche, fisiche, naturali, del luogo. La ricerca Smart Case ha evidenziato la messa in opera di soluzioni tarate in relazione a requisiti relativi a: la possibilità di variazione dello spazio d'uso relativo a ciascun tipo di destinazione, (residenza, scuole, ecc) e di mutare nel tempo la conformazione sia degli spazi interni che e dell'involucro; il contenimento di consumo di energia per il benessere indoor e delle emissioni di gas climalteranti; la compatibilità con la normativa sismica e del rendimento energetico al fine di garantire massime condizioni di sicurezza e di risparmio ed efficienza energetica; la compatibilità con le condizioni climatiche dei luoghi; il contenimento di costi di costruzione e di gestione.
Gli obiettivi individuati sono tradotti in un sistema di parametri che guidano il concept architettonico più appropriato allo specifico contesto in cui si andrà ad operare nella ricerca del miglior rapporto conseguibile nei nuovi interventi edilizi, rispetto ai dati contestuali di tipo ambientale culturale sociale ed economico, tra risorse impiegate e performance energetico-ambientali, quale prodotto olistico del sistema architettura-tecnologia-ambiente.
Il principale output dell'attività di ricerca, al di la degli aspetti metodologici e di integrazione delle competenze che hanno caratterizzato l'intero iter, è relativo alla verifica sperimentale ed alla divulgazione dei risultati dell'intero studio prevedendo l'applicazione di metodologie innovative per la progettazione integrata di NZEB applicate ad un edificio dimostratore in scala.
Gli aspetti legati all'orientamento e alla forma dell'edificio, all'isolamento dell'involucro, a soluzioni per la mitigazione dell'irraggiamento solare e relativo carico termico, all'utilizzo di materiali ad alte prestazioni, all'integrazione di FER, hanno costituito elementi chiave per massimizzare le prestazioni e le performances complessive dell'unità residenziale che sarà realizzata a Benevento entro il 2017 (figg. 3/4).
L'importanza del dimostratore consiste anche nel dare l'avvio a una fase di divulgazione e disseminazione dei risultati ottenuti al fine di attivare il processo trasferimento tecnologico e delle conoscenze acquisite a tutti gli attori del settore delle costruzioni. La necessità di sviluppare casi esemplificativi trae origine anche dalla considerazione che le disposizioni europee in materia di progettazione sostenibile e ad alta efficienza energetica, così come recepite in ambito nazionale, trovano minimo riscontro nelle pratiche progettuali correnti.
Ulteriori sviluppi di ricerca sul tema potranno riguardare le azioni mirate al passaggio dal modello del Nearly zero energy a quello del Net zero energy fino a quello del Plus energy in architettura, salvaguardando e valorizzando al contempo le istanze di qualità architettonica e ambientale della cultura dell'abitare quale fine disciplinare della progettazione tecnologia dell'architettura.
Inoltre, in termini di potenzialità applicative rispetto al contesto italiano, lo sviluppo di indirizzi operativi strategici e progetti integrati mirati all'innovazione tecnologica in base al

Figg. 3/4. Il progetto dimostratore della ricerca Smart Case – Unità residenziale per studenti a Benevento. Render viste sud-ovest e ovest (elaborazione grafica arch. E.A. De Nicola).

miglioramento dell'adeguatezza strutturale, al benessere termo igrometrico, al risparmio energetico, permette di attivare le necessarie sinergie per rispondere alle diverse misure previste dalle road map energetiche che prefigurano i futuri sviluppi al 2050 e alla necessità di progettare e realizzare edifici e città resilienti.

## Note

1. 2014/2015 - Convenzione tra il Comune di Casalnuovo e il Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica, Università di Napoli Federico II: “Riqualificazione degli edifici scolastici comunali in relazione alla eco-sostenibilità e alla sicurezza degli interventi” responsabile scientifico S. Russo Ermolli; 2014 - Convenzione tra il Comune di Lacco Ameno e il Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II “Ricerca applicata sugli aspetti tecnologici e ambientali per gli interventi di riqualificazione sostenibile del Palazzo Comunale di Lacco Ameno” nell’ambito del POI Energie Rinnovabili e Risparmio Energetico 2007-2013, responsabile scientifico V. D’Ambrosio; 2012/2014 - Accordo di collaborazione scientifica fra Comune di Napoli, Assessorati all’Urbanistica e alla Scuola e all’Istruzione e il Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica, Università di Napoli Federico II: “Attività di studio ricerca e sperimentazione per la riduzione degli impatti ambientali relativi ad un campione di edifici scolastici e agli spazi aperti”, responsabile scientifico V. D’Ambrosio; 2010/2012 - Ricerca finanziata dal Polo delle Scienze e delle Tecnologie, Ateneo di Napoli Federico II, Programma FARO, Finanziamento per l’Avvio di Ricerche Originali: “Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia. Best practice per il retrofit e la manutenzione”, responsabile scientifico R. Landolfo.

2. 2016 - Convenzione di ricerca applicata tra il Dipartimento di Architettura e il Comune di Aquilonia AV: “Studio specialistico di supporto alla redazione del Piano energetico comunale per il rendimento energetico negli edifici e l’integrazione dei sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili nel comune di Aquilonia” responsabile scientifico M. Bellomo; 2015 - Accordo Quadro di Collaborazione scientifica tra l’Università di Napoli Federico II e il Comune di Casal di Principe: “Studi e ricerche di fattibilità strategica, operativa e funzionale finalizzate alla valorizzazione alla riqualificazione dell’area del Comune di Casal di Principe”, responsabili scientifici M. Losasso, F.D. Moccia; 2014 – Consulenza specialistica tra il Dipartimento di Architettura e il Comune di Pisticci (MT): “Strategie di rete per il governo del territorio comunale di Pisticci (MT)”, responsabile scientifico A. Falotico; 2013-2014 – Convenzione tra Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Molise, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli, Dipartimento di Architettura dell’Università di Napoli Federico II, Istituto per le Tecnologie applicate ai Beni Culturali del CNR per “Attività di studio, rilievo, indagini conoscitive, definizione del progetto di gestione del sito, progettazione delle coperture e delle strutture di accoglienza, dei supporti alla visita e didattici dell’area archeologica di S. Vincenzo al Volturno”, responsabile scientifico per il DiARC S. Pone; 2010 - Programma di “Valorizzazione mediante attività di animazione dei parchi esistenti; indagini rilevamenti e catalogazione delle aree naturali destinate a parco”, finanziamento del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, soggetto attuatore Comune di Napoli, coordinamento operativo generale ANEA, coordinatore generale M. Macaluso, coordinatore scientifico per l’ambito “Progettazione e gestione dei parchi urbani” A. Claudi de Saint Mihiel; 2010 - Accordo di ricerca fra Comune di Napoli, Assessorato all’Ambiente, Servizio Realizzazione Parchi e Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica dell’Università di Napoli Federico II: “Programma integrato di solarizzazione e di riqualificazione sostenibile dei parchi urbani cittadini”, responsabile scientifico M. Losasso; 2009 - Convenzione tra Comune di Meta (NA) e Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica dell’Università degli Studi di Napoli Federico II: “Studio specialistico per la valorizzazione e la riqualificazione innovativa e sostenibile del litorale di Meta”, responsabile scientifico S. Russo Ermolli; 2008 - Convenzione fra Comune di Napoli, Assessorato all’Ambiente, Dipartimento Ambiente e Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica dell’Università degli Studi di Napoli Federico II: “Assistenza e supporto scientifico per l’elaborazione di soluzioni esecutive sostenibili per la qualità degli interventi di riqualificazione e manutenzione di parchi e giardini della città di Napoli”, responsabile scientifico M. Losasso; 2007 - Convenzione fra Comune di Napoli, Assessorato all’Ambiente, Dipartimento Ambiente e Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica dell’Università degli Studi di Napoli Federico II: “Consulenza specialistica per l’elaborazione di linee guida e strumenti di supporto decisionale per gli interventi sui parchi urbani” responsabile scientifico M. Losasso; 2007 - Convenzione fra Comune di Battipaglia e Dipartimento di Progettazione Urbana dell’Università di Napoli Federico II: “Studi preliminari e linee d’indirizzo per gli interventi di riqualificazione dell’area demaniale e fascia costiera di Battipaglia - Elaborazione di linee guida e strumenti di supporto decisionale all’attività dello Staff Operativo di progettazione del PUAD del Comune di Battipaglia”, responsabile scientifico M. Losasso.

3. 2014-2016 Convenzione tra il Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II e il Comune di Napoli: “Riqualificazione sostenibile degli spazi pubblici nell’ambito del Grande Progetto del Centro Storico di Napoli sito UNESCO”, responsabile scientifico M. Losasso; 2014 - Accordo di collaborazione scientifica tra Comune di Napoli e Dipartimento di Strutture per l’Ingegneria e l’Architettura (DIST), il Dipartimento di

Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA), il Dipartimento di Architettura (DiARC) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, "Studi e ricerche di fattibilità strategica, operativa e funzionale finalizzate alla valorizzazione e alla riqualificazione dell'area delle Vele di Scampia", coordinamento M. Losasso.

4. 2015-2017 – PRIN (Progetti di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale), Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, "Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico", coordinatore scientifico nazionale M. Losasso; 2013-2016 Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013 - Ministero dello Sviluppo Economico Ministero dell'Università e della Ricerca Unione europea, soggetto attuatore STRESS S.c.a.r.l., Distretto ad Alta Tecnologia per l'Edilizia Sostenibile della Regione Campania, "Progetto 4: METROPOLIS - Metodologie e Tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani" Responsabile scientifico del Progetto G. Verderame, coordinatore per STRESS V. James; responsabile di progetto del Gruppo di ricerca del DiARC V. D'Ambrosio; 2010/2012 - Ricerca finanziata dal Polo delle Scienze e delle Tecnologie, Ateneo di Napoli Federico II, Programma FARO, Finanziamento per l'Avvio di Ricerche Originali: "Spazi aperti urbani resilienti alle acque meteoriche in regime di cambiamenti climatici", responsabile scientifico F. Palestino.

5. 2016 Accordo di ricerca internazionale tra Università di Napoli Federico II e ENSA Paris-Belleville sul tema dell'innovazione di prodotto e la progettazione avanzata con calcestruzzi fibrorinforzati ad altissime prestazioni UHPFRC, responsabile scientifico M. Losasso; 2005-2007 - PRIN (Progetti di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale), Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, "Procedure e strumenti per la diffusione e il controllo dell'innovazione tecnica con materiali compositi fibrorinforzati nel recupero degli edifici in cemento armato. Progettare con l'informazione", coordinatore scientifico nazionale A. Nesi, responsabile dell'U.R. di Napoli M. Losasso.

6. 2013-2016 Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013 - Ministero dello Sviluppo Economico Ministero dell'Università e della Ricerca Unione europea, soggetto attuatore STRESS S.c.a.r.l., Distretto ad Alta Tecnologia per l'Edilizia Sostenibile della Regione Campania, "Progetto 1: SMART CASE – "Soluzioni innovative MultifunzionAli peR l'otTimizzazione dei Consumi di energiA primaria della vivibilità indoor nel Sistema Edilizio" Responsabile scientifico del Progetto G. P. Vanoli, coordinatore per STRESS F. De Falco; responsabile di progetto del Gruppo di ricerca del DiARC A. Claudi de Saint Mihiel.

7. 2016 – Ricerca finanziata dall'Ateneo di Napoli Federico II, "Tecnologie e strumenti per la *digital fabrication*", responsabile scientifico S. Pone.

8. Il Progetto METROPOLIS, articolato nel quadriennio 2013-2016, ha visto il contributo delle Università di Napoli Federico II e del Sannio, Centri di ricerca e partners industriali e la collaborazione di Enti territoriali e Istituzioni che hanno fornito un importante supporto all'attività di ricerca (Comune di Napoli e Autorità di Bacino Campania 2, Protezione Civile e Regione Campania). Il coordinamento scientifico generale è affidato a G. Verderame, DIST - Dipartimento di Ingegneria Strutturale per l'Ingegneria e l'Architettura, mentre il coordinamento per il Soggetto attuatore STRESS Scarl è affidato a V. James. I partner scientifici e industriali sono AMRA Scarl Analisi e Monitoraggio del rischio ambientale, D'Appolonia s.p.a., ETT s.p.a., Geoslab s.r.l., ICIE Istituto Cooperativo per l'InnovazionE, Tecno in s.p.a., Tecnosistem s.p.a.

9. Il Progetto SMART CASE, articolato nel quadriennio 2013-2016, ha visto il contributo dei Dipartimenti di Architettura (DiARC), Ingegneria Industriale (DII) e di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura (DIST) dell'Università di Napoli Federico II e il Dipartimento di Ingegneria (DING) dell'Università degli Studi del Sannio, Centri di ricerca e partners industriali e la collaborazione di Enti territoriali e Istituzioni. ). Il coordinamento scientifico generale è affidato a G.P. Vanoli, DING - Dipartimento di Ingegneria Unisannio, mentre il coordinamento per il Soggetto attuatore STRESS Scarl è affidato a F. De Falco.

10. MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2014), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia,* available at: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/snacc_2014_rapporto_stato_conoscenze.pdf

11. Il Gruppo di ricerca del progetto METROPOLIS nell'ambito del Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II è costituito da V. D'Ambrosio (coordinatore e responsabile scientifico), M. Cerreta, R. A. Genovese, M. Losasso, A. Maglio. F. D. Moccia, F. Palestino, M. Rigillo, S. Sessa, A. Sgobbo, F. Visconti; L. Boccia, F. Di Martino, C. Filagrossi, M. F. Leone, C. Apreda, A. Arena, A. Capolupo, E. Bassolino, B. Cardone, R. Mele, G. Poli, C. Sansò, C. Visconti; con il contributo di F. Abbamonte, C. Carifi, L. Conte, A. De Chiara, L. Lenoci, E. Mastroianni, V. Miraglia, R. Ruocco, M. Santaniello.

12. Cfr. *Costruire città resilienti. Linee guida per l'adattamento al cambiamento climatico*, Report del progetto *ACT – Adapting to Climate changein Time***,** finanziato dalla Commissione europea all'interno del programma LIFE Environmental Policy and Governance, 2013.

13. La ricerca ha previsto lo studio del sistema urbano attraverso differenti approcci disciplinari che hanno riguardato gli aspetti tipo-morfologici, funzionali-spaziali, ambientali, tecnologici, storici e di conservazione, percettivi, urbanistici, valutativi.

14. Tali aspetti saranno oggetto del progetto di ricerca "SIMMCITIES_NA - Scenario Impact Modelling Methodology for a Climate change-Induced hazards Tool for Integrated End-users Strategic planning and design – NAPOLI" su finanziamento dell'Ateneo Federico II (responsabili scientifici M.F. Leone, M. Losasso, S. Russo Ermolli).

15. La ricerca PRIN - Progetti di ricerca di rilevante interesse nazionale 2015 dal titolo "Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico" è costituita dalle seguenti Unità Operative: Università di Napoli Federico II (coordinatore scientifico M. Losasso), Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria (responsabile M.T. Lucarelli), Università degli Studi di ROMA "La Sapienza" (responsabile F. Tucci), Seconda Università degli Studi di Napoli (responsabile R. Valente), Università degli Studi di Firenze(responsabile R. Bologna), Politecnico di Milano (responsabile E. Mussinelli).

16. Tali tematiche sono state affrontate nel Convegno: "I Distretti Tecnologici per l'innovazione delle costruzioni: ricerca, trasferimento, sperimentazione" tenutosi a Napoli - Palazzo Gravina nel giugno 2014.
17. Il Gruppo di ricerca del Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico impegnato nelle attività di ricerca del progetto SMART CASE è costituito da A. Claudi de Saint Mihiel (coordinatore e responsabile scientifico), M. Bellomo, U. Caturano, A. D'Agostino, P. De Toro, D. Francese, M. Losasso, A. Piemontese; con il contributo di E. Buiano, E.A. De Nicola, C. Filagrossi, C. Girardi, E. Porcaro, C. Tomeo, T. Venditto.

18. Le attività di ricerca si inquadrano nelle tematiche del cluster "Nearly Zero Energy Building" quale rete di ricerca della Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura - SITdA presentato ufficialmente al Made Expo di Milano nel marzo 2015 che annovera la partecipazione di 18 sedi di ricerca italiane, con il coordinamento nazionale di F. Tucci e locale (Napoli - Federico II) di A. Claudi de Saint Mihiel.

## Gli autori

**Valeria D'Ambrosio**, Professore Associato in Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II, svolge attività di ricerca sulle tematiche del retrofit tecnologico e sulla progettazione ambientale degli edifici e degli spazi aperti urbani. I principali ambiti applicativi riguardano i processi di riqualificazione dei centri storici e dei quartieri di edilizia sociale. All'interno di tali contesti sono approfondite le strategie ambientali e le soluzioni progettuali per l'adattamento e la mitigazione dei rischi indotti dai cambiamenti climatici, secondo un approccio di *adaptive design*.

**Alessandro Claudi de Saint Mihiel**, Ricercatore in Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II svolge attività di ricerca sull'innovazione tecnologica e sulla sostenibilità degli interventi di costruzione e trasformazione dell'ambiente. I principali ambiti applicativi riguardano le ricadute che sperimentazione e avanzamenti tecnologici hanno sia sui processi di progettazione e realizzazione sia sull'evoluzione dei linguaggi architettonici attraverso l'approfondimento di strategie progettuali per la riduzione del fabbisogno energetico degli edifici.

## Riferimenti bibliografici

Battisti A., Tucci F. (2013), "Qualità ambientale ed efficienza ecologica, energetica e bioclimatica in architettura", *TECHNE*, vol. 06.

Castellari S., Venturini S., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriacò M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Gatto M., Gaudioso D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M., (eds) (2014), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia,* MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Crawley D., Pless.S, Torcellini P., (2009). “Getting to Net Zero “, *ASHRAE Journal,* Vol. 51, n.09.

Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.) (2015), *IPCC 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report*. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC*, Geneva, Switzerland.

D’Ambrosio V., Di Martino F. (2016), “The Metropolis research. Experimental models and decision-making processes for the adaptive environmental design in climate change*”, UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, n.1., pp. 187-217, available at: http://www.upland.it/index.php/UPLanD/article/view/21.

Forlani M.C., Mussinelli E. e Daglio L. (2016), “Tecnologia, ambiente e progetto”, in Lucarelli MT., Mussinelli E. Trombetta C. (eds), *Cluster in progress. La tecnologia dell’architettura in rete per l’innovazione / The architectural Technology network for innovation*, Maggioli Sant’Arcangelo di Romagna (RN).

Lavagna M., Bonanomi M., de Flumeri C. (2012), *Edifici a consumo energetico zero: orientamenti normativi, criteri progettuali ed esempi di Zero Energy e Zero Emission Buildings*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN).

Losasso M. (2015), “Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione”, *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment,* vol. 10, pp. 4-5.

Sartori I., Napolitano A., Voss K., (2012). “Net zero energy buildings: A consistent definition framework”, *Energy and Buildings*, available at: https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/DA-TP6-Sartori-2012-02.pdf

UN-HABITAT 2011, *Cities and climate change. Global Report on human settlements 2011*, United Nations Human Settlements Programme, Earthscan, London-Washington DC.

Voss K., Musall E., (2011) *Net Zero Energy Buildings: international projects of carbon neutrality in buildings*, Birkhauser Architecture (DETAIL Green Books), Munich.