

Giacomo Chiesa,
Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia

giacomo.chiesa@polito.it

Abstract. L'articolo considera le implicazioni degli strumenti parametrici e algoritmici nell'innovazione della prassi progettuale, considerando un approccio esplicito al progetto, con l'obiettivo di fornire una nuova chiave di lettura e delineare possibili orientamenti per la definizione futura di nuovi tool e concezioni progettuali. Una breve riflessione inquadra la tematica nella letteratura specifica permettendo di supportare una innovativa concezione delle implicazioni digitali introducendo una classificazione delle ere digitali, sia teorica sia supportata da semplici esempi applicativi. L'approccio teorico e metodologico descritto identifica tre macro ere intese come ambiti di implicazione delle tecnologie digitali nella prassi progettuale in base ad una visione propria della cultura tecnologica ed esigenziale.

Parole chiave: IoT, digital design, progettazione parametrico-computazionale, metodo esigenziale-prestazionale, ere digitali.

Introduzione

La rivoluzione digitale ha modificato fortemente l'azione e le prospettive della prassi e della teoria progettuale e produttiva negli ambiti dell'architettura e del progetto urbano. L'azione progettuale compositiva, ma spesso anche quella tecnologica, si avvale di processi e metodi impliciti, intrinseci all'esperienza e alla cultura del progettista, che tende a rallentare l'applicazione delle potenzialità dei nuovi strumenti quando gli stessi sono usati al di là del loro semplice valore rappresentativo – per una definizione dei termini “implicito” ed “esplicito” si vedano, tra gli altri, Ferraris (2013), Conole e Wills, (2013), Woodbury (2010), Reigeluth & Carr-Chellman (2009), Oxman (2006), Rothenberg (1989). Tali strumenti digitali stanno prefigurando, inoltre, nuovi orizzonti progettuali ponendo in essere la necessità di riconfigurare l'approccio teorico e la prassi secondo operazioni di re-designing e re-engineering. Il ruolo della cultura tecnologica, l'approccio prestazionale, il dialogo interdisciplinare e

la creazione di un crescente contenuto informativo costituiscono ambiti tematici di gestione della spinta innovativa propria delle *ere digitali*.

Inquadramento: “Innovare o perire”

L'azione del progetto architettonico riscontra, rispetto ad altri ambiti di innovazione della prassi digitale, alcune reticenze al cambiamento che possono, almeno provocatoriamente, richiamare un rischio di estinzione o obsolescenza della figura del progettista a favore di altre discipline (e.g. ICT, software engineering) o, addirittura, di un'automatizzazione algoritmica del processo, così come discusso da Celento (2007). Tali reticenze al cambiamento possono essere di natura culturale – non essendo l'architettura un prodotto di massa – e metodologica – considerando la resistenza dei progettisti a modificare la propria prassi professionale.

Nel primo caso – matrice culturale – una lettura del processo progettuale in chiave liquido-baumaniana può portare alla decadenza introdotta da Droege (2006) in cui gli edifici sono ridotti a “banali prodotti di consumo” che “crescono come erbacce”. Sepur sul versante della produzione, la digital fabrication permetta di rinnovare totalmente le potenzialità proprie della prefabbricazione mass-customizzata, tale pratica dovrebbe, ai fini di “rendere operabile la qualità”, relazionarsi con il quadro esigenziale relativo all'utenza e al contesto ambientale di sito considerando fenomeni di adattamento/“disadattamento” (Cavaglià et al., 1975). La mancanza di mediazione tecnico-culturale può condurre al disallineamento tra la cultura di progetto, la restituzione in segni – cartacei o digitali – di un'idea e la sua realizzazione (Sennet, 2008) che si materializza nella nascita di “paesaggi-CAD” e “vil-

Explicit-digital design practice and possible areas of implication

Abstract. The paper considers the implications that parametric and algorithmic tools have on the innovation of the design practice. An explicit approach to project design is considered with the aim of providing a new interpretative key and possible directions for future development of new tools and design conceptions. A brief reflection contextualises the matter in the literature to support an innovative conception of digital implications on the design practice focused on a classification of digital eras, which is both theoretical and supported by simple application examples. The described theoretical and methodological approach identifies three main implication areas of digital technologies in the technological design practice.

Keywords: IoT, digital design, parametric-computational design, performance-requirement methodology, digital eras.

Introduction

The digital revolution has deeply changed the action and the prospective of design and production practices and theory in the fields of architecture and urban design. The compositional design action – and sometimes the technological one – employs implicit processes and methods, which are intrinsic to the experience and culture of single designers. These implicit practices tend to slow down the full application of the potential of new instruments when used beyond their mere representative value – for a definition of “implicit” and “explicit”, see, among others, Ferraris (2013), Conole e Wills, (2013), Woodbury (2010), Reigeluth & Carr-Chellman (2009), Oxman (2006), Rothenberg (1989). These digital tools are foreshadowing innovative horizons in design practice while underlining the need to reconfigure theories and

practices according to operations of re-designing and re-engineering. The role of technological culture, together with a performance-driven approach, interdisciplinary dialogue and the creation of a growing information content are essential to manage innovation in the context of digital eras.

Framework: “Innovate or perish”

Architectural design, compared to other fields of innovation in digital practices, is characterized by a reluctance to change that can, at least provocatively, invoke a risk of extinction or obsolescence of the architect figure in favour of other disciplines – e.g. ICT, software engineering – or, even, of a automatic algorithmic processes (Celento, 2007). This reluctance to change may be due to a cultural matrix – architecture is not a mass product – and/or a methodological matrix – considering the

lette-CAD” a-localizzati e contraddistinti da una scarsa qualità tecnologica (Autore, 2016).

Nel secondo caso – matrice metodologica – è necessario superare la reticenza al cambiamento dovuta al consolidamento della prassi architettonica tradizionale basata su un elevato numero di saperi impliciti spesso non direttamente comunicanti. In tal senso la progettazione integrata permette, almeno a livello modellistico, di scambiare informazioni tra diversi modelli disciplinari lasciando spazio di sviluppo a specialismi “apertura” e non specialismi “chiusura” (Geymonat, 1986).

Il metodo esigenziale si è da subito rivolto a “strumenti e procedure per la definizione dei sistemi di edilizia” (Cavaglià et al., 1975), tratteggiando un approccio “per programmi” ai modelli abitativi, riguardando a utenza, attività, esigenze, requisiti tecnologici e ambientali. Calcoli automatici di disadattamento sono disponibili sin dagli anni ’70, aprendo a possibilità che trovano piena applicazione grazie agli attuali strumenti digitali e algoritmici. Si pensi, per esempio, all’ottimizzazione su base esigenziale-prestazionale della distribuzione funzionale degli spazi interni tramite approcci algoritmici alla progettazione spaziale (Medjdoub e Yannou, 2001), o a strumenti come Space Syntax.

Le ere digitali

La ricerca ha portato all’identificazione e articolazione di tre principali ambiti di implicazione e innovazione, definibili come “ere” – in linea con i quadri metodologici introdotti da Oxman (2006) e Mitchell (2005) –, indotti da strumenti e metodi propri della rivoluzione digitale nel contesto della prassi e della cultura tecnologica del progetto. La prima *era digitale* è focalizzata sulla relazione rappresentazione-generazione-valutazione e ottimiz-

zazione del modello, inteso come strumento di progetto; la seconda *era* è basata sul processo di materializzazione, opposto alla modellazione della prima *era*; mentre la terza *era* è incentrata sulla datizzazione e sull’ibridazione tra virtualità e mondo reale considerando la produzione e l’utilizzo di grandi quantitativi di dati e monitoraggi in tempo reale (Autore, 2015).

La prima *era* mira a classificare progressivamente il ruolo del progettista sulla base della natura della relazione instaurata con gli strumenti digitali (Oxman 2006). In questo senso rappresentazione, generazione, valutazione e performance sono identificabili come sotto-categorie del progetto, che si relazionano con i costrutti digitali tramite le seguenti classi: interazione con il progetto stampato (o disegnato a mano), interazione con costrutti digitali (CAD tradizionali), interazione con rappresentazioni digitali generate tramite meccanismi (approccio parametrico-generativo) e interazione con ambienti digitali capaci di generare rappresentazioni digitali (approccio algoritmico e interazione con meccanismi computazionali) (Oxman, 2006; Terzidis, 2006). L’ibridazione progressiva tra cultura-prassi del progetto e ambiti digitali comporta necessariamente un’esplicitazione del processo progettuale stesso. Tale esplicitazione necessita almeno l’integrazione tra sviluppi geometrico-formali e analisi esigenziali-prestazionali per permettere logiche di reiterazione e feed-back (Ozkaya e Akin, 2006). La necessità di uno sforzo ontologico nella costruzione del modello è evidente, in quanto tale approccio permette un’esplicitazione formalizzante delle conoscenze al fine di un loro utilizzo digitalmente mediato e di una loro possibile condivisione (Carrara et al., 2014) – es. BIM. Nell’ambito della progettazione computazionale è possibile, inoltre, ampliare l’approccio topologico tendendo ad un orizzonte algoritmico o

reluctance of architects to change their professional practices.

In the first case - cultural matrix -, the possibility of thinking of the design process from a liquid-Baumanian point of view may result in the drastic vision introduced by Droege (2006) in which buildings are reduced to “banal consumer products” that “grow like weeds”. From the production point of view, even if digital fabrication allows us to totally renew the potentiality of mass-customized prefabrication, it should, in order to “make operable the quality”, relate to user and environmental-site needs including the phenomena of adaptation / disadaptation (Cavaglià et al., 1975). The lack of technical and cultural mediation can lead to misalignments between the design culture, the restitution in signs - paper or digital - of an idea, and its realization (Sennett, 2008). This disadaptation can be materialized

localized “CAD-based landscapes” and “CAD-based villas”, which are characterized by low technological quality (Author, 2016).

In the second case - methodological matrix -, it is necessary to overcome the reluctance to change which is due to the consolidation of traditional architectural-design practice based on consolidated implicit knowledge content which is often not directly interconnected. Integrated design (e.g. BIM applications) enables, at least for modelling, the exchange of information between different disciplinary models thus fostering the integration of specialisms towards “openness” and specialisms towards the “closure” (Geymonat, 1986). However, in order to activate a dialogue between different fields of knowledge, it is necessary to change implicit definition processes into explicit ones (and later into associ-

ative processes) to make them operable even in hybrid environments.

Since its early definition, the performance-driven approach has considered “tools and procedures for the definition of building systems” (Cavaglià et al., 1975), outlining a “programming-based” approach to housing models. This approach refers to users, activities, needs, and technological and environmental requirements. Automatic calculation models of disadaptation have been available since the 70s, even if only current digital and algorithmic tools have resulted in the full application of this approach. Consider, for example, the performance-driven functional optimization of internal space distribution through algorithmic approaches to spatial planning (Medjdoub and Yannou, 2001), or tools such as Space Syntax.

Digital eras

The research has led to the identification and articulation of three main areas of implication and innovation, defined as “eras” – in line with the methodological framework introduced by Oxman (2006) and Mitchell (2005), wherein digital revolution tools and methods influence technological design practice. The first digital era (first area of implication) is focused on the representation, generation, evaluation and optimization of models, considered as design tools. The second era is based on the materialization process, which is the opposite of the modelling one; while the third era focuses on datization and hybridisations between the virtual and real worlds while considering production and usage of large amounts of data and monitoring in real time (Author, 2015).

The first era aims to progressively clas-

ibrido capace di innovare la validazione/creazione di forme per programmi e grafi. La rappresentazione è solo una delle pre-materializzazioni di modelli basati su regole, parametri, algoritmi e quadri esigenziali, ovvero totalmente distante da una definizione casuale e non-controllata. Al fine di rendere pienamente possibile l'applicazione di tali strumenti è tuttavia necessario superare la situazione attuale, in cui i progettisti non sono culturalmente e tecnicamente pronti a trarre pieno vantaggio dal potere computazionale dei mezzi digitali (Terzidis, 2006), anche tramite la nascita di figure professionali "digerate".

La seconda *era* è basata sulla reificazione e materializzazione dei modelli. In tal senso la nuova rivoluzione industriale descritta da Anderson (2012) può costituirne uno degli orizzonti applicativi più emblematici. Alcuni degli ambiti di innovazione propri dell'*era* della materializzazione sono il movimento dei maker, l'artigianato 2.0 e il superamento dell'industria tradizionale – es. l'"industria 4.0" e la produzione tramite macchine intelligenti connesse a Internet le cui problematiche sociali risultano ancora irrisolte (Hawking, 2016). Nella seconda *era digitale* sono affrontati diversi livelli di pervasività, passando dalla mass production tradizionale alla mass customization (Brandon e Kocatürk, 2008) fino ad arrivare alla completa applicazione della digital fabrication. In ambito architettonico, al di là dell'innovazione artigianale 2.0 e dell'automatizzazione, si possono identificare almeno tre assi di sviluppo. Il primo asse è inerente la produzione personalizzata capace di parametrizzare la materializzazione di oggetti e progetti (es. le case prefabbricate in legno della Rubner e le texture per le scarpe della Superga). Il secondo asse si concentra sull'applicazione di tecniche quali contour crafting, concrete printing e D-shape, ovvero una produzione a controllo numerico

di componenti o interi edifici tramite stampaggio in calcestruzzo o altri materiali (si vedano le ricerche e le applicazioni di Khoshnevis, 2004, Lim et al., 2012, Tibaut et al., 2016 e la review di Perkins e Skitmore, 2015). Il terzo asse si riferisce alle nuove possibilità nell'ambito dello stampaggio derivate dalla produzione di oggetti in cera per fusioni-creazioni di stampi a perdere, dalla possibilità di stampare in nuove gamme di materiali direttamente utilizzabili come stampi dotati di maggiore resistenza termica e meccanica e dalla progressiva diffusione delle tecniche additive (es. stampante in stereolitografia Form2 della Formlabs che trova applicazione dal settore manifatturiero, alla gioielleria, sino all'ingegneria medica).

La terza *era* è imperniata sull'innovazione inerente il tema dei dati, ovvero una piena applicazione della società dell'informazione e della post-informazione. Come ricordato da Mitchell (2005), gli edifici, che un tempo rappresentavano la materializzazione di uno specifico progetto, si stanno trasformando in materializzazioni continue e mutevoli di informazioni digitali il cui utilizzo apre a nuovi scenari. Tale *era* ha implicazioni hardware e software e si lega all'internet delle cose (IoT), ai big data e alla dataizzazione. Tale ultimo concetto, già esistente nell'*era* pre-digitale, trova ora applicazione oltre i limiti tradizionali permettendo quantificazioni e misurazioni al di là dell'immaginario collettivo. I limiti alla pervasività delle ICT nella società sono di natura termodinamica e fisica nel senso della quantità di dati conservabili. I dati stessi stanno diventando una nuova piattaforma dove lo spazio del progetto, ormai digitalmente mediato, e delle sue materializzazioni intercettano i flussi di informazioni (dati+metadati) in un nuovo rapporto tra il numero crescente di contenuti di progetto e i corrispettivi contenuti di costruzione,

sify the role of the designer according to the nature of the relationship established with digital tools (Oxman, 2006). According to this background, representation, generation, evaluation and performance are identified as sub-categories of the project. These sub-categories relate to digital constructs using the following classes: interaction with the printed project (or hand drawn), interaction with digital constructs (traditional CAD), interaction with digital representations generated by mechanisms (parametric-generative approach), and interaction with digital environments which are able to generate digital representations (algorithmic approach and interaction with computational mechanisms) (Oxman, 2006; Terzidis, 2006). The progressive hybridization between the design culture/practice and digital domains necessarily requires that the design process itself

become explicit.

This process requires at least the integration between formal and geometric aspects and performance-driven analyses in order to implement logics of repetition and feedbacks (Ozkaya and Akin, 2006). The need for an ontological effort in the construction of models is evident, as this approach allows for an explicit formalisation of the knowledge involved in order to facilitate its digitally-mediated use and sharing (Carrara et al., 2014) – e.g. in BIM applications. In the context of computational design, it is also possible to expand the topological approach towards an algorithmic or hybrid horizon, which will be able to innovate the validation / creation of forms for programs and graphs. A representation is just one of the numerous possible pre-materialisations of models whose definition is based on rules, parameters, algorithms

and need-performance frameworks, which are far removed from a random and non-controlled definition. In order to arrive at the full application of these tools, it is necessary to go beyond the current situation, in which designers are not culturally and technically prepared to take full advantage of the computational power of digital media (Terzidis, 2006) by supporting new professional figures such as building "digerati".

The second era is based on the reification and materialization of models. Hence, the new industrial revolution described by Anderson (2012) may become one of the most emblematic horizons for this area of implication. Possible innovation frameworks for materialization are the maker movement, craftsmanship 2.0, and new industrial organization – e.g. "Industry 4.0" and production through intelligent ma-

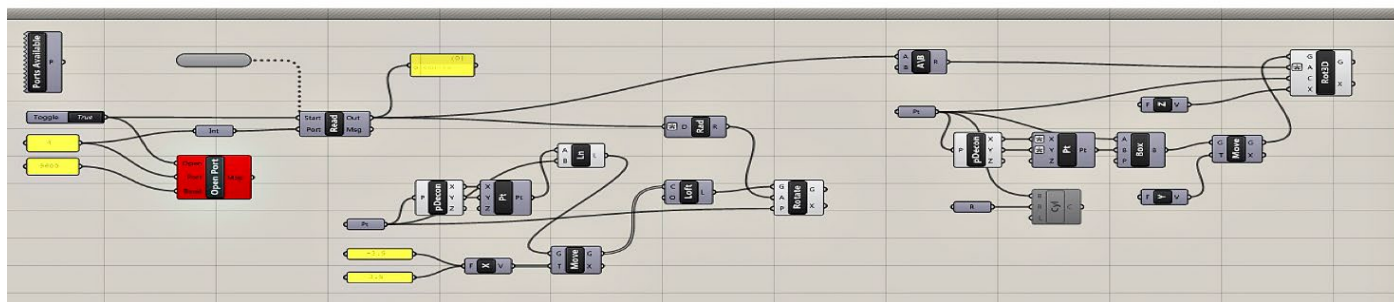
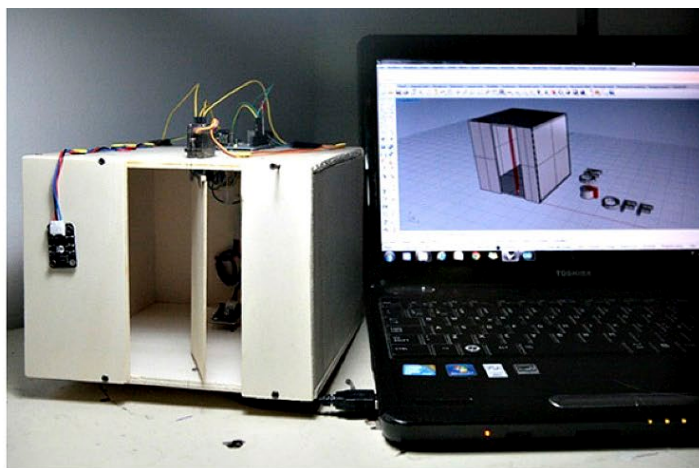
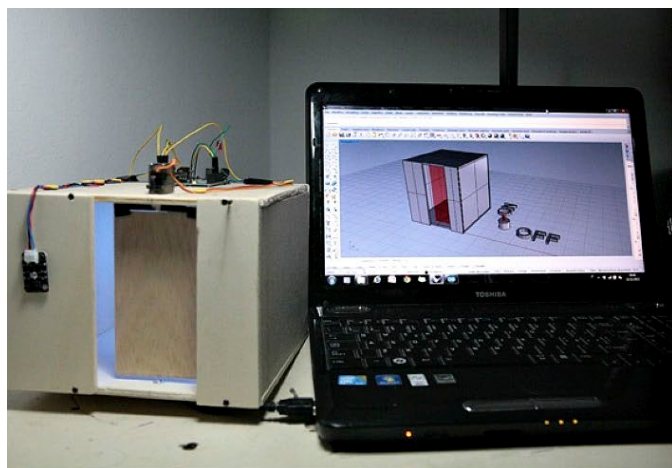
chines connected to the Internet, though social issues are still unresolved (Hawking, 2016). The second digital era faces different levels of pervasiveness, passing from traditional mass production to the mass customization approach (Brandon and Kocatürk, 2008) and up to the full application of digital fabrication. In architecture, in addition to craftsmanship 2.0 and automation, it is possible to identify at least three axes of development. The first axis focuses on customized production which is able to parameterize the materialization of objects and projects (e.g. Rubner's prefabricated wooden houses; Superga's user-customized textures for shoes). The second axis is based on the application of techniques, such as contour crafting, concrete printing and D-shape in numerically-controlled production of components and/or whole buildings by printing concrete or other

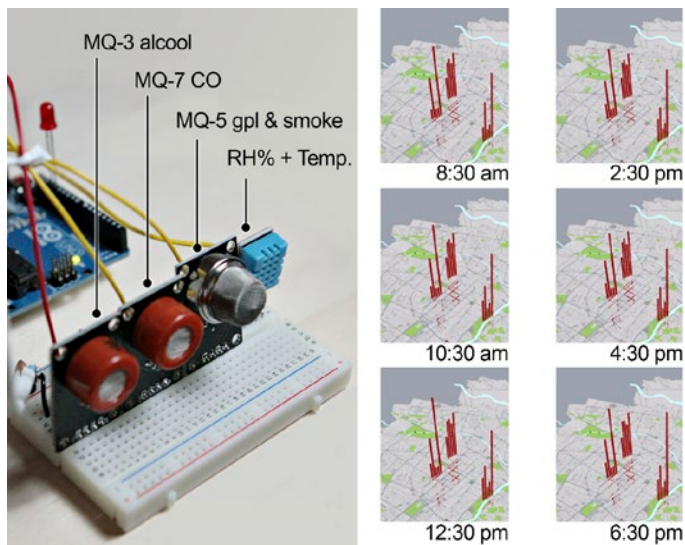
01 – Prototipo e modello virtuale del sistema di controllo dello schermo e del livello di illuminamento. Mondo reale e virtuale interagiscono in real time. In basso è riportato lo script grasshopper di collegamento tra prototipo reale e prototipo virtuale.
Real prototype and virtual model of the considered lighting/shading control system interacting in real time, together with the related grasshopper script.

produzione, assemblaggio e ottimizzazione. L'era IoT, avvolgente e globalizzante, permetterà di innovare radicalmente l'attuale cultura vincolistica e la prassi esigenziale. Infatti, è possibile prevedere il superamento del concetto statico di vincolo aprendo ad un feed-back normativo e gestionale dinamico in cui il rispetto e la definizione dei requisiti deve avvenire in un sistema dinamico/associativo. Si vedano in tal senso le ricerche del gruppo di Sevtuk, City Form Lab, Politecnico di Singapore. L'influenza della terza *era* sulla società e sul progetto – prassi e teoria – passa per quattro assi di innovazione (Autore, 2015; Floridi, 2013): l'ibridazione tra realtà e virtualità, tra naturale e artificiale, l'abbondanza delle informazioni (il campione tende al totale della popolazione) e il primato dell'interazione rispetto all'entità. Le nuove implicazioni teoriche sono molteplici. Per esempio la necessità di modificare il paradigma di rischio in un contesto in cui la gestione di informazioni può passare da grandi società di controllo e in cui la capacità decisionale di una macchina può sostituire quella umana (Wiener, 1950). È necessario, inoltre, riuscire a definire un problema con una complessità sufficiente ad interpretare correttamente i dati per evitare stereotipi o l'insorgere di "cigni neri".

Esplorazioni applicative

Nell'ambito della ricerca, a fianco dello studio teorico, si sono condotte esperienze pratiche, tre delle quali richiamate in seguito, per indagare possibili ambiti applicativi della terza *era*. Un primo esempio, descritto in dettaglio in Autore (2015), è illustrato in Figura 1. Nell'applicazione, una scheda a microcontrollore Arduino UNO controlla tramite sensori e attuatori l'illuminamento interno agendo su uno schermo solare e un corpo illuminante a LED. Tale prototipo è collegato ad un modello geometrico digitale (algoritmico/parametrico) per testare un ponte di collegamento continuo tra mondo reale e mondo virtuale. La materializzazione del modello avviene sia nel mondo reale, sia nel mondo virtuale aprendo a ibridi gestionali, manutentivi, alla possibilità di interazione dinamica tra sensori-attuatori, software installati nella scheda di gestione e software di simulazione/ottimizzazione o gestione dell'utente in ambito multi-dimensionale capace di interagire con piattaforme e sistemi basati su flussi di informazioni (*Beyond Information Models* e non solo). Si vedano anche in tal senso le esperienze di utilizzo dei dati urbani volte alla creazione di sistemi di District Information Modelling (Osello et al., 2016).





La seconda esperienza, illustrata in Figura 2, descrive una nuova piattaforma per il monitoraggio diffuso (e in futuro l'attuazione diffusa) tramite l'utilizzo di una grande quantità di nodi di monitoraggio da fonti e proprietà diverse. L'esempio è riportato per dimostrare la possibile rappresentazione/utilizzo di dati real-time da più sorgenti per il monitoraggio ambientale. Inoltre, la piattaforma di raccolta introduce un nuovo modo di costruzione di metadati capace di superare parzialmente lo scostamento tra moli di dati monitorati, ma non descritti, e la loro restituzione in informazione (Autore, 2015; 2014). Negli ultimi anni, tali applicazioni hanno avuto un forte sviluppo (es. Libelium S.L., o la piattaforma HI Reply).

Il terzo esempio riporta una datizzazione di informazioni estratte dai social network (Facebook, Flickr, Twitter) al fine di costruire mappe percettive di valenza paesistica analizzando foto e commenti georeferiti sia degli insider che degli outsider. L'esperienza, illustrata in Figura 3 e descritta nel dettaglio da Autore e Co-Autore (2016), può servire per superare il limite di applicazione delle fonti energetiche rinnovabili (FEM) dovuto alla valenza

materials (e.g. Khoshnevis, 2004; Lim et al. 2012; Tibaut et al. 2016; Perkins and Skitmore, 2015). The third axis refers to new possibilities in the moulding field related to the 3d-printing production of wax objects, to be used for lost-wax casting and the creation of moulds, and the possibility to print in innovative materials, which enables the direct production of moulds with higher thermal and mechanical resistance. Furthermore, additive techniques are characterized by an increased precision, such as in the case of the stereolithographic printer Form2 by Formlabs, which can be used in the manufacturing sector, in jewellery making, and even in medical engineering. The third era is focused on data innovations, concerning a full application of the information and post-information society. As remembered by Mitchell (2005), buildings, which once repre-

sented the materialization of a specific project, are becoming continuously changing materialisations of digital information, whose usage opens up new scenarios. This area has hardware and software implications and is related to the internet of things (IoT), to big data and to datization. Datization, a phenomenon which already existed in the pre-digital age, is now applied beyond its traditional limits and facilitates quantification and measurement which were not possible in the past. Actually, the present limits of ICT pervasiveness in society are confined only to the thermodynamic and physical (amount of storage space) spheres. Data themselves are becoming a new platform wherein the space of the design-project, now digitally mediated, and its materialisation intercept the flow of information (data + metadata) in a new relationship which connects

02 – Sistema di monitoraggio di dati ambientali urbani in real time. A sinistra, assemblaggio di una delle stazioni di monitoraggio; a destra, restituzione georeferita nel tempo dei dati monitorati da tre stazioni dislocate nella Città di Torino.

The considered monitoring system devoted to produce urban environmental data in real time. To the left, an assembly of a sample monitoring stations; to the right, sample geo-referred real-time data restitutions by 3-monitoring stations located in the City of Turin.

paesistica e alla percezione delle popolazioni. Analisi in 3d-GIS sull'applicabilità delle fonti rinnovabili e sulla visibilità dei luoghi (viewshed analysis) sono rafforzate dalla sovrapposizione di mappe di percezione da social network. Altri esempi sono basati sul tracciamento dei cellulari (es. Senseable Lab, MIT).

Conclusioni e futuri della ricerca

Il paper ha introdotto una classificazione delle implicazioni che le IT-ICT hanno sul progetto architettonico tratteggiando ambiti di innovazione tecnologica. I futuri della ricerca sono molteplici e inerenti lo sviluppo di nuovi strumenti e approcci per il progetto, specialmente di natura ambientale, e lo studio delle possibili implicazioni parametrico-adattive nell'ambito normativo integrando l'uso di modelli predittivi e algoritmi di self-Learning con il soddisfacimento dei diversi requisiti. Le tre applicazioni presentate dimostrano come sia possibile legare il mondo della modellistica a flussi di dati in real-time aprendo a numerose applicazioni alle diverse scale. Si pensi, per esempio, all'ottimizzazione di forme e distribuzioni al fine di razionalizzare il soddisfacimento di requisiti legati al dimensionamento delle unità spaziali e alla loro aggregazione in funzione delle diverse classi esigenziali per la riduzione del disadattamento. Ad esempio, nel caso dei requisiti ambientali è possibile ottimizzare forme e distribuzioni in funzione delle variabili di sito (vento, soleggiamento) tramite l'impiego di processi espliciti traducibili in algoritmi (es. accesso/schermatura riguardo la luce solare diretta in determinate condizioni; esposizione/protezione riguardo i venti dominanti). Un ulteriore esempio di applicazione può rispondere ad approcci euristici per l'ottimizzazione dei consumi basati su algoritmi di learning - si veda il lavo-

the growing number of project construction contents and corresponding production, assembly and optimization requirements. The IoT environment, which is enveloping and globalizing, will radically innovate the current normalization culture and the performance-driven approach. It is, in fact, theoretically possible to overcome the static concept of constraints by using dynamic constraints and managing actions in which the respect and the definition of requirements can be conceived in a dynamic / associative feedback related way. Possible examples are developed by the research group of Sevtsuk, the City Form Lab, Polytechnic of Singapore. The influence of the third era on society and the design practice - applications and theories - can be classified according to four axes of innovation (Author, 2015; Floridi, 2013): Hybridization between reality

and virtuality, between nature and artefact, the abundance of information (the sample deals with the total population) and the primacy of interaction over entity. There are several possible theoretical implications. For example the need to change the paradigm of risk in a context where the management of information can be delegated to big control companies and in which the decision-making ability of a machine can replace the human one (Wiener, 1950). Furthermore, it is necessarily to be able to define a problem with sufficient complexity to correctly interpret the data and prevent "black swans".

Supporting applications

During this research, alongside the theoretical study, supporting practical experiences have been developed to investigate possible areas of application of the third era. Three of these applications

03 – Mappatura della percezione paesistica di un Landmark urbano (Mole Antonelliana, simbolo della città di Torino). A sinistra, estratto dall'analisi di visibilità effettuata da Autore e Co-Autore (2016) tramite viewshed in ambiente GIS (Geographic Information System) tridimensionale; a destra, estratto dall'analisi percettiva basata sulle informazioni contenute nei social network (fotografie di Flickr).

Map representation of the landscape perception of an urban Landmark (Mole Antonelliana, the symbol of the City of Turin). On the left, extract of the visibility analysis implemented by Author and Co-Author (2016) by the viewshed tool in a 3-d GIS environment (Geographic Information System); on the right an extract of the perceptive analysis conducted on social network (Flickr) information.

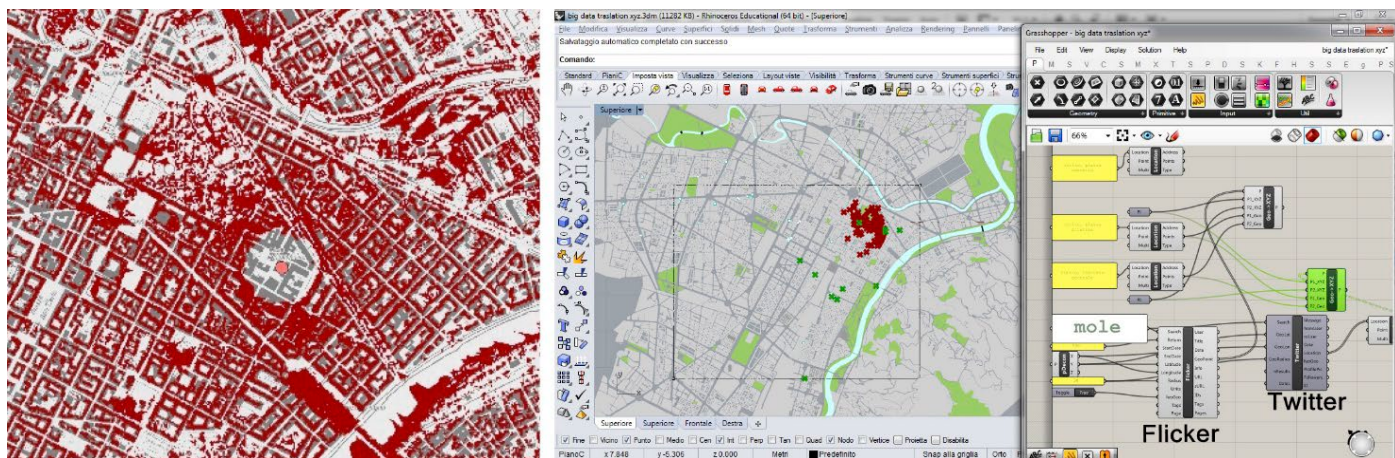
ro di Kazmi et al. (2016) riguardo i sistemi di ACS – ottimizzazioni paretiane dove le *front solution* rispondono agli indicatori e le funzioni obiettivo ai requisiti.

Gli ambiti di applicazione riguardano la resilienza e la valenza ecosistemica urbana, le implicazioni interdisciplinari tra le discipline delle IT-ICT e le competenze che necessitano di processi espliciti, associativi e programmabili, e i metodi di valutazione di natura interattiva basati su benchmark variabili/statistici.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, C. (2012), *Makers*, Random House, London.
- Brandon, P.S., Kocaturk, T. (Eds.) (2008), *Virtual Futures for Design, Construction and Procurement*, Wiley-Blackwell, Hoboken.
- Carrara, G. et al. (2014), *Conoscere collaborare progettare*, Gangemi, Roma.
- Cavaglià, G. et al. (1975), *Industrializzazione per programmi*, RDB, Piacenza.
- Celento, D. (2007), "Innovate or Perish", *Harvard Design Magazine*, Vol. 27, pp. 1-9.
- Chiesa, G. (2014), "Data, BigData and smart cities. Considerations and case study on environmental monitoring", *Technè*, Vol. 8, pp. 81-89.
- Chiesa, G. (2015), *Paradigmi tecnologie ed ere digitali*, Accademia University Press, Torino.
- Chiesa, G. (2016), "Model, digital technologies and datization", in Pagani, R.,

- and Chiesa, G. (Eds.), *Urban Data*, FrancoAngeli, Milano, pp. 48-81.
- Chiesa, G., La Riccia, L. (2016), "Tools and methods for evaluating and designing the perceived landscape", in Pagani, R. and Chiesa, G. (Eds.), op. cit., pp. 159-198.
- Conole, G., Wills, S. (2013). "Representing learning designs - making design explicit and shareable", *Educational Media International*, Vol. 50, No. 1, pp. 24-38.
- Droege, P. (2006), *The Renewable City*, Wiley Academy, Milton, Queensland 4064.
- Ferraris, M. (2003). "Ontologia e oggetti sociali", in Floridi, L. (Ed.), *Linee di Ricerca*, SWIF, pp. 269-309.
- Floridi, L. (2013), *The OnLife Manifesto*, Seminario, Politecnico di Torino, Torino, 24 maggio.
- Geymonat, L. (1986), "Storicità e attualità della cultura scientifica", *Insegnare*, Vol. 11, p. 16.
- Hawking, S. (2016), "Artificial intelligence could spell end of human race", *the Guardian*, 2 dec.
- Kazimi, H. et al. (2016). "Generalizable occupant-driven optimization model for domestic hot water production in NZEB", *Applied Energy*, Vol. 175, pp. 1-15.
- Khosnevis, B. (2014), "Automated construction by contour crafting", *Automation in construction*, Vol. 13, pp. 5-19.
- Lim, S. et al. (2012), "Developments in construction-scale additive manufac-



are mentioned below. A first example, described in detail in Author (2015), is illustrated in Figure 1. In this application, an Arduino UNO microcontroller board controls via illuminance sensors and actuators a sun shading device and a LED lamp. This prototype is connected to a digital geometric model (algorithmic / Parametric) to test the functioning of a continuous bridge between the real and the virtual world. The materialization of the model is carried out both in the real world, and the

virtual world. This possibility enables hybrid management, maintenance, and dynamic interaction frameworks based on flows of information connecting sensors-actuators, software installed in the management board and software to simulate/optimize and manage user needs in multi-dimensional contexts (Beyond information Models and further approaches), as the uses of urban data towards District Information Modelling (Osello et al., 2016). (Fig. 1) As for example, the application of heu-

ristic approaches which aim at optimizing energy consumption thanks to self-learning algorithms - see the work of Kazmi et al. (2016) about DHW systems. The second experience is illustrated in Figure 2. The example describes a new platform to manage distributed monitoring systems (open to future widespread implementation) based on a large amount of monitoring nodes characterized by different sources and properties. The example is here

reported to demonstrate the possible representation/use of real-time data from multiple sources in environmental monitoring. Furthermore, this data-collection platform introduces a new way to construct metadatization which is capable of at least partially overcoming the shift between a large amount of non-defined monitored data and their return into information (Author, 2015; 2014). (Fig. 2) In recent years, these typologies of applications are spreading rapidly (e.g. Li-

turing processes", *Automation in construction*, Vol. 21, pp. 262-268.

Medjdoub, B., Yannou, B. (2001), "Dynamic space ordering at topological level in space planning", *Artificial Intelligence in Engineering*, Vol. 15, pp. 47-60.

Mitchell, W.J. (2005), "Construction Complexity", in Martens, B., Brown, A. (Eds.), *Computer Aided Architectural Design Futures 2005*, Springer, Netherlands, pp. 41-50.

Osello, A. et al. (2016) *District Information Models. The DIMMER project: BIM tools for the urban scale*, in *Urban Data*, FrancoAngeli, Milano, pp. 231-261.

Oxman, R. (2006), "Theory and design in the first digital age", *Design Studies*, Vol. 27 No. 3, pp. 229-265.

Ozkaya, I., Akin, Ö. (2006), "Requirement-driven design: assistance for information traceability in design computing", *Design Studies*, Vol. 27 No. 3, pp. 381-398.

Perkins, I., Skitmore M. (2015), "Three-dimensional printing in the construction industry: A review", *International Journal of Construction Management*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-9.

Reigeluth, C.M., Carr-Chellman, A.A. (2009). *Instructional-Design Theories and Models Volume III. Building a Common Knowledge Base*, Routledge, New York.

Rothenberg, J. (1989), *The nature of modelling*, in Widman. et al. (Eds.), *Simulation & Modelling*, John Wiley & Sons, New York, pp. 75-92.

Sennet, R. (2008), *The Craftsman*, Yale University Press, New Haven.

Terzidis, K. (2006), *Algorithmic Architecture*, Elsevier, Architectural Press, Oxford.

Tibaut, A., Rebolj, D. and Perk, M.N. (2016), "Interoperability requirements for automated manufacturing systems in construction", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 27, pp. 251-262.

Wiener, N. (1950), *The Human Use of Human Beings*, Houghton Mifflin, Boston.

belium S.L.; IoT platform HI by Reply). The third example illustrates a datization of information extracted from social networks (Facebook, Flickr, Twitter) in order to construct landscape-perception maps of visual values by analyzing geo-referred pictures and comments by both insiders and outsiders. The experience, illustrated in Figure 3 and described in detail by Author and Co-Author (2016), can be used to overcome current limits of application of renewable energy sources (RES) due to landscape-prevention constraints and the perception of people. 3d-GIS analysis of RES applicability and mutual visibility of places (e.g. viewshed analysis) can be enhanced by overlapping shape-file layers representing the value of perception from social-network analyses. Other examples are based on mobile tracking (e.g. Senseable Lab, MIT). (Fig. 3)

Conclusions and future developments

The paper has introduced a classification of possible implications that IT-ICT have on architectural design practice, outlining areas of technological innovation. There are numerous future possible developments which are related to the implementation of new tools and approaches to the design project, especially from an environmental point of view, and the study of possible parametric-adaptive implications on the regulatory framework, by integrating the use of predictive models and self-learning algorithms to computational design approaches to fit requirements. The 3-supporting applications show that it is possible to link the practice of modelling to real-time data and information flows. A possible example is the optimization of shapes and the internal distribution of spaces

Woodburry, R. (2010), *Elements of Parametric Design*, Routledge, London-New York.

ACKNOWLEDGEMENT

La ricerca è stata sino ad oggi finanziata tramite borsa MUR/09 Fondo giovani (2011-13) e tramite il grant di ricerca di ateneo 59_ATEN_RSG16CHG (2016-in corso).

in order to rationalize the fulfilment of requirements such as sizing of the spatial units and their mutual aggregation (compatibility/disturbance) as a function of the different classes of needs for the reduction of disadaptations. For example, it is possible to optimize shapes and distributions as a function of site-variables (e.g. wind and solar exposition) using explicit processes which can be described by algorithms. Another example is represented by the use of heuristic algorithms to optimize energy consumptions by self-learning algorithms (e.g. the study on DHW by Kazmi et al., 2016) and Pareto optimization in where front solutions face indicators and objective functions face requirements. Among the different areas of application, it is possible to underline urban environmental design, specific interdisciplinary implications between IT-ICT and other fields of

knowledge that need explicit, associative and programmable processes, and interactive evaluation methods based on statistical /not-fixed benchmarks.

ACKNOWLEDGEMENT

The research has been funded by the MUR/09 Fondo giovani (2011-13) research fellowship and by the atheneum research grant 59_ATEN_RSG16CHG (2016-2019).