

Gerhard Hausladen, Technische Universität München, Germany

Fabrizio Tucci, Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'architettura, Sapienza Università di Roma, Italia

gerhard.hausladen@iphausladen.de

fabrizio.tucci@uniroma1.it

Posizionamento (G.H., F.T.)

Il ruolo della cultura tecnologica del progetto rispetto alle tre grandi sfide poste dalle questioni ambientali ed energetiche del nostro tempo: cambiamenti climatici, limitatezza delle risorse e eccessivo consumo di energia, è centrale e imprescindibile per affrontare consapevolmente la ricerca di una rinnovata dimensione delle condizioni dell'abitare che nei differenti contesti europei e mondiali porti con sé i concetti - diversi terminologicamente ma affini nelle ampie accezioni che essi racchiudono e negli obiettivi che sottendono - di *Sustainable Development*, *Nachhaltige Entwicklung*, *Développement Durable* (Rockström, 2016; Herzog, 2010; Jourda, 2010).

Nelle tre differenti aggettivazioni è racchiuso uno dei mandati della Tecnologia e della relativa Cultura tecnologica progettuale da sviluppare nel prossimo futuro: la richiesta di sostenibilità del fare umano per le generazioni future (*Sustainable*), di solidità e affidabilità dei comportamenti e delle prestazioni (*Nachhaltige*), di durabilità nel tempo dei prodotti delle trasformazioni (*Durable*). L'altro grande mandato della Cultura tecnologica nella nostra epoca è quello di offrire non solo risposte 'dinamiche' nella dimensione temporale di medio-lungo termine alle crescenti esigenze di sostenibilità/affidabilità/durabilità, ma anche risposte 'dinamiche' nello spazio reale e nel tempo presente e di breve termine supportando l'Architettura nella sua altrettanto assoluta necessità di essere 'adattiva' e 'resiliente' ai cambiamenti già in atto sul piano climatico e ambientale.

Cultura tecnologica significa dunque profonda consapevolezza degli obiettivi da perseguire progettualmente, indissolubilmente legata ad un'attitudine alla visione sistemica dei problemi, ad

un'impostazione metodologica delle strategie da tracciare e promuovere, ad un'intima sapienza degli aspetti di fattibilità e realizzabilità delle azioni da sperimentare, monitorare, consolidare nel tempo.

D'altra parte tutti i maggiori centri di ricerca e sperimentazione dell'area dell'Architettura nei Paesi avanzati pongono quale nodo focale dei processi di concezione, progettazione e realizzazione di qualsiasi tipo di intervento trasformativo delle nostre realtà quello caratterizzato dall'approccio tecnologico, in cui nei diversi contesti la *Architectural Technology*, la *Baukonstruktion*, la *Technologie de l'Architecture*, la *Construcción en Arquitectura* non rappresentano solo un ambito disciplinare (peraltro da sempre a vocazione fortemente interdisciplinare) ma, di più, la dimensione logica e culturale nella quale si coordinano e ruotano le complesse declinazioni e i differenti caratteri del progetto.

Innovazione nell'approccio, linee di ricerca e di sperimentazione in progress (F.T.)

Nel rinvenire gli elementi di innovazione propri della Cultura tecnologica nell'approcciare e sviluppare ricerca e sperimentazione sui temi dell'ambiente e dell'energia vi è *in primis* la capacità di perseguire al contempo tre categorie di obiettivi "alti" prestazionali: efficienza delle azioni nel controllarne rendimenti e risultati; efficacia complessiva delle strategie nel verificarne il rapporto tra efficienza conseguita e quantità di risorse coinvolte e impiegate nei processi per raggiungere quei risultati; soddisfazione degli utenti nel vivere quelle condizioni di efficienza e nel percepire o addirittura esser coinvolti in quelle dimensioni di efficacia.

TECHNOLOGICAL CULTURE, THE ENVIRONMENT AND ENERGY: THE OUTLOOK FOR RESEARCH AND EXPERIMENTATION

Positioning (G.H., F.T.)

The role of technological culture in planning, seen in light of the three major challenges raised by the environmental and energy-related issues of our time, meaning climate change, limited resources and excessive energy consumption, is a key role, and one that we ignore at our peril when it comes to seeking out, in informed fashion, a renewal in the conditions of inhabiting the contexts of Europe and the rest of the world, a quest that necessarily brings into play concepts which differ with respect to their terminology, but yet prove quite similar when it comes to the broad range of concepts covered and the wealth of their underlying objectives: *Sustainable Development*, *Nachhaltige Entwicklung* and *Développement Durable* (Rockström, 2016; Herzog, 2010; Jourda, 2010).

Enconced within each of these descriptors is one of the vital tasks that technology and the related cultural of technology must fulfil in the near future: responding to the request for sustainability in human endeavours in future generations (*Sustainable*), as well as for integrity and reliability in terms of conduct and performance (*Nachhaltige*), together with the durability over time of the products of transformations (*Durable*).

The other major task of cultural technology in our time is to provide responses that prove 'dynamic' not only over the medium-long term, with respect to meeting the growing need for sustainability/reliability /durability, but that are also 'dynamic' within real space and at the present time, in the short term, supporting architecture's equally absolute need to be 'adaptable' and 'resilient' in response to changes

currently affecting the climate and the environment.

Technological culture, therefore, means possessing a thoroughgoing knowledge of the objectives to be pursued through planning, irrevocably linked to a leaning towards a systemic vision of issues, as well as a methodological approach to the strategies to be outlined and promoted, plus an intimate familiarity with the considerations of feasibility and practicality tied to the initiatives to be tested, monitored and built up over time.

For that matter, all the major centres of research and experimentation in the architectural sectors of the developed countries posit the technological approach as a vital factor in the processes of conceptualisation, planning and implementation of any type of initiative meant to transform our existing realities, with the result that the various contexts of *Architectural Tech-*

La concezione innovativa di scenario che è aperta dall'evoluzione del significato di "efficacia" pone in primo piano la questione della 'scarsità di risorse' e tiene in massima considerazione - fino al punto di farla sua nei recenti sviluppi a più ancora in quelli a venire nel prossimo futuro - l'accezione di 'Economia circolare' (asse portante della visione della *Green Economy*) che, secondo il recentissimo Piano di Azione Globale della Comunità Europea, attiene ad un sistema complesso in cui «il valore dei prodotti, dei materiali, dell'energia e delle risorse è mantenuto quanto più a lungo possibile e la produzione di emissioni, inquinamento, scarti e rifiuti è ridotta al massimo» (European Commission, 2017) e in cui, secondo il report della Agenzia Europea per l'Ambiente, centrale è «contrastare il depauperamento delle risorse naturali, re-immettere nel mercato le risorse in dismissione ed agevolare il recupero delle risorse di valore» (European Environment Agency, 2016).

In questo senso protagonista assoluto di tale innovazione è quell'approccio ecosistemico ai problemi, alle questioni in gioco e alle strategie ed azioni per risolverli, che fa fundamentalmente riferimento alla visione di tipo 'Life Cycle' strutturante il senso stesso di 'sostenibilità' di uno sviluppo (Torricelli, 2008) capace di sostanziare la 'circolarità' del sistema economico, la 'mitigabilità' della crisi climatica, l'efficienza della questione energetica, la 'capitalizzabilità' del patrimonio naturale, la 'inclusività' del benessere e la 'rigenerabilità' delle città; e di includere il concetto di 'Costo ambientale' in tutte le strategie e azioni da questi assi sottese.

Vi è un'altra serie di considerazioni che posiziona approccio e ruolo della Cultura tecnologica al centro del fare ricerca e sperimentazione sulle questioni energetico-ambientali: la capacità

di stabilire - insieme, in modo dialettico e reciprocamente interrelato - le necessarie e ormai imprescindibili condizioni d'interfaccia tra i caratteri dell'oggetto dell'intervento progettuale e i tre ambiti "macroambientale" esterno, "microclimatico" locale ed "esigenziale" interno dell'utenza (Pallasmaa, 2010). In particolare quello dei tre che occupa la posizione centrale - l'ambito di strategie e azioni che assolve alla capacità di stabilire un'interfaccia consapevole con le condizioni microclimatiche locali, fino a spingersi a conoscerle, controllarle e indirizzarle nell'immediato intorno e interno del progetto - sta dotando la cultura tecnologica di nuovi strumenti, che affinando progressivamente le modalità di simulazione e valutazione di tali condizioni ai vari livelli scalari contribuiscono ad accrescere la piena consapevolezza dei ruoli dei sistemi immessi negli interventi trasformativi in termini prestazionali e comportamentali degli organismi architettonici e urbani nel loro complesso.

Si approda così ad una rinnovata 'visione' - più responsabile nei confronti della qualità della vita e più consapevole delle questioni epocali energetico-ambientali - dove la Cultura tecnologica fa sue tutte le istanze del futuro e delle sorti dell'Ambiente, delle quali diventa non solo supporto ma elemento portante, dove la percezione degli elementi-chiave caratterizzanti l'apporto equilibrato a un miglioramento della *life and environmental quality* (El-Khouiry et al., 2012) sia basato su concetti quali riduzione, separazione, conservazione, riutilizzo, riqualificazione e rigenerazione in antitesi ai dominanti principi, tipici delle città e degli ambiti artificiali "non responsabili", di aumento (dei consumi, della popolazione, della densità...), di saturazione (degli spazi, del costruito, dei servizi...), di dissipazione (dell'energia, delle risorse, dell'economia...) e di spreco (di materiali, di rifiuti, di risorse primarie...).

nology, Baukonstruktion, Technologie de l'Architecture and Construcción en Arquitectura represent not only a disciplinary realm (albeit one with a marked interdisciplinary bent) but, even more to the point, the logical and cultural dimension within which the various manifestations and characteristics of planning are coordinated and brought into focus.

Innovative approaches, paths of research and experimentation in progress (F.T.)

In identifying the innovative features displayed by technological culture as it addresses and develops research and experimentation on environmental and energy-related topics, the first observation to be made is its ability to simultaneously pursue three different categories of "advanced" objectives involving performance: the *efficiency* of

initiatives in terms of controlling yields and results; the overall *effectiveness* of strategies in light of assessments of the ratio between the efficiency achieved and the quantities of resources involved and utilised in the processes enacted to reach those results; the *satisfaction* of the users of those conditions of efficiency as they perceive, or even become involved in, the new dimensions of effectiveness.

The innovative approach to conceptualisation of scenarios brought about by the evolution in the meaning of *effectiveness* highlights the issue of 'scarce resources' while placing the utmost importance - to the point of absorbing it in recent developments, a trend that shall become even more pronounced in the near future - on the framework of the 'Circular Economy' outlook (a cornerstone of the vision of a *Green Economy*), an outlook that, according to the

recent Global Action Plan of the European Community, points to a complex system in which, «The value of products, materials, energy and resources is maintained for as long as possible, while the production of emissions, pollution, scrap and waste is reduced to the greatest possible extent» (European Commission, 2017), with key importance placed on, «Contrasting the impoverishment of natural resources, reintroducing discarded resources onto the market and facilitating the recovery of resources of value» (European Environment Agency, 2016).

Seen in this light, the key ingredient to a similar innovation is the eco-systemic approach taken to the problems and issues addressed, as well as to the strategies and initiatives enacted to resolve them, an outlook that essentially consists of a 'Life Cycle' vision able to provide the structure for the

fundamental 'sustainability' of a mode of development (Torricelli, 2008) that succeeds in supporting the 'circularity' of the economic system, together with the potential for mitigating the climate crisis, for increasing energy efficiency, for capitalising on natural resources, for making wellbeing more inclusive while regenerating cities, with the concept of 'environmental cost' becoming an integral part of all the strategies and actions underlying such efforts.

Another series of considerations that confirms the central role and importance of cultural technology when it comes to carrying out research and experimentation on issues involving energy and the environment is the capacity to determine, doing so jointly, in a dialectic, reciprocally interrelated manner, the necessary, indeed, increasingly unavoidable, conditions of interface between the features of the

Alcune esemplificazioni della traduzione in essere dei principi sopra enunciati sono le ricerche e sperimentazioni prodotte dalla Tecnologia dell'Architettura e dalla Progettazione Tecnologica che da anni si stanno sviluppando e stratificando nel mondo e in Italia (Matteoli, Peretti, 2013; Losasso, 2014; Lucarelli, Mussinelli, Trombetta, 2016) e che recentemente si stanno concentrando su diversi assi strategici: sulla riduzione delle emissioni climalteranti, dei consumi energetici e dei costi di gestione, dell'impiego di risorse materiali e immateriali; sulla separazione e raccolta razionalizzate degli scarti materiali in genere e sulla gestione delle fasi del ciclo di vita a tutti i livelli e a tutte le scale, del componente, dell'edificio, del comparto urbano, della città, del territorio; sulla "conservazione" e valorizzazione della qualità della vita e dell'ambiente attraverso azioni quali l'ampliamento, sviluppo e diffusione dell'energia pulita da fonti rinnovabili, della qualità bioclimatica degli spazi confinati, intermedi ed esterni e del benessere ambientale in senso più ampio; sul riutilizzo dei materiali riciclati e dei componenti edilizi da dismissione o da avanzo di cantiere; sulla riqualificazione del patrimonio esistente da rifunzionalizzare, recuperare, riusare e mantenere; e sulla rigenerazione dei comparti urbani e delle città.

Sulla messa a fuoco delle nuove linee di ricerca tecnologica e di sperimentazione progettuale alle questioni energetico-ambientali, l'attenzione si sta spostando sulla combinazione di cinque piani, che trova l'innovazione non solo nei singoli punti in sé, ma soprattutto nella loro combinazione progettuale:

1. trasferimento di ricerche interdisciplinari per l'avanzamento dei caratteri di prestazionalità dei sistemi tecnologici dell'architettura, in particolare sul piano dell'aumento delle capa-

cità di 'resilienza' e di 'adattività' ai sempre più pressanti effetti dei cambiamenti climatici e delle sempre più frequenti emergenze ambientali (Hensel, 2013). Sul piano delle linee di ricerca e sperimentazione tecnologico-progettuale *in progress* e in continua evoluzione sull'edificio, va sottolineato infatti che gli sviluppi scientifici e tecnologici più recenti della ricerca sulle proprietà chimico-fisiche dei materiali e nel campo dell'elettrostatica, della microelettronica, della micromeccanica, delle nanotecnologie, dell'ottica, dell'olografia, della fluidodinamica e dell'informatica hanno aperto orizzonti e potenzialità totalmente nuovi per la progettazione e realizzazione di involucri architettonici 'dinamici' in grado di dare risposte ai sempre più complessi scenari culturali, esigenziali, prestazionali tratteggiati nella prima parte del contributo (Hausladen, Liedl, Saldanha, 2011). La traduzione *in fieri* degli sviluppi della ricerca prodotti in questi ultimi anni sta portando alla nascita di vere e proprie nuove categorie di prodotti edilizi, che prendono il nome di 'Componenti con materiali a proprietà variabili' (*Variable Property Materials*, VPM) che, tra i tanti risultati tuttora *in progress* di tali sviluppi, rappresentano quelli specificamente pensati e orientati per aumentare le capacità d'interazione dinamica con i fattori ambientali, climatici ed energetici¹;

2. valorizzazione dei comportamenti bioclimatici naturali passivi degli organismi edilizi visti nel loro complesso e a sistema con gli ambiti urbani e i contesti ambientali (Daniels, 2013), il che comporta, oltre che il miglioramento degli aspetti di benessere ambientale e di vivibilità, anche un abbassamento del fabbisogno energetico stesso degli interi comparti interessati dall'intervento;

subject of any planning effort and the three settings of: the external *macro-environment*, the local *micro-climate* and the internal *needs* of users (Pallasmaa, 2010). In the specific case of the framework that occupies the position of central importance, or that of the strategies and actions that underlie the ability to establish an informed interface with local microclimatic conditions, to the point where they are known, and can be controlled and directed, within the immediate surroundings and confines of a given project, it provides technological culture with new tools that, by gradually refining the procedures for the simulation and assessment of such conditions at various levels of scale, contribute to augmenting full awareness of the roles of the systems engaged in initiatives of transformation, in terms of the performance and behaviour of the architectural and urban organisms as a whole.

The outcome is a renewed vision marked by a greater sense of responsibility with respect to the quality of life, as well as a heightened awareness of epoch-making issues involving energy and the environment, with technological culture taking to heart all the concerns of environmental culture, so that it not only supports the latter, but serves as one of its cornerstones, with the perception of the key characteristics of a balanced contribution to *life and environmental quality* (El-Khoury et al., 2012) being based on concepts such as *reduction*, *separation*, *conservation*, *recycling*, *reclamation* and *regeneration*, all in direct contrast to dominant principles typical of artificial, "non-responsible" cities and other settings, meaning *increase* (of consumption, population, density...), *saturation* (of spaces, building volume, services...), *dissipation* (of energy, resources, the economy...) and

waste (of materials, refuse, primary resources).

Examples of how the principles articulated above are put into practice include initiatives of research and experimentation produced by the Architectural Technology and Design Technology for years, which for years are being developed and stratifying in the world and in Italy (Matteoli, Peretti, 2013; Losasso, 2014; Lucarelli, Mussinelli, Trombetta, 2016), and recently are focusing on several strategic axes: on *reducing* climate-altering emissions, energy consumption and operating costs, as well as the use of tangible and intangible resources; on rationally *distinguishing* and collecting waste materials in general, together with the different phases of the life cycle on all levels and at all scales: the individual component, the building, the urban district, the city, the territory; on *preserving* and

enhancing the quality of life and the environment through initiatives addressing the expansion, development and spread of clean energy from renewable sources, the bioclimatic quality of confined, intermediate and external spaces, along with environmental wellbeing in a broader sense; on *reutilising* recycled materials or construction components from structures no longer in use, plus left-over materials from construction sites; on *upgrading* existing resources, so as to retool, restore reuse and maintain them, and on *regenerating* urban districts and cities.

As the new directions taken by technological research and experimentation in planning have focussed on issues of energy and the environment, attention has shifted to a mix of five different levels on which innovation is to be found not only in the individual points, but, to an even greater extent, in the man-

3. sperimentazione di tecniche, tecnologie, componenti e materiali a sempre più alto valore ecologico e a sempre più bassa energia “grigia” (Petzet, Heilmeyer, 2012), il che comporta indirettamente anche un abbassamento del consumo complessivo di energia impiegata nei processi d'intervento. Ciò è applicabile oggi secondo le più avanzate linee di ricerca a tutti i livelli e a tutte le scale - anzi si può dire ormai in senso 'a-scalare', dal componente al territorio - secondo la più profonda accezione della visione *Life Cycle*, nella direzione del *Life Cycle Sustainability Assessment* (Valdivia et al., 2011), che non può che caratterizzare qualsiasi processo di concezione, progettazione e realizzazione degli interventi nelle nostre realtà costruite;
4. ricerca di forme di autoproduzione di energia da fonti rinnovabili sempre più integrate negli organismi edilizi, quindi generate *in situ*, e sempre più basate sull'uso di risorse materiali effettivamente rinnovabili (Shaikh et al., 2014) (ad esempio le celle solari organiche e *dye sensitized* in luogo di quelle al silicio)²;
5. distribuzione e condivisione in rete - in forma sempre più dinamica e diacronicamente adattabile alle esigenze articolate per le differenti tipologie architettoniche, per i vari usi dell'utenza e per i diversi fabbisogni nel corso della giornata e delle stagioni - dell'energia prodotta in forma 'pulita' (sottolineando che per 'pulita' si intende totalmente - e non parzialmente - priva di emissioni nocive, la principale causa del riscaldamento globale e più in generale delle alterazioni climatiche in atto) (El-Khoury et al., 2012)³. Oggi cominciano a comparire i primi progetti e ad esser messi a punto dalla ricerca strumenti che permettono di creare e - cosa ancor più

importante - di riqualificare edifici e rigenerare insediamenti urbani in grado di autosostenersi e di guardare in prospettiva agli obiettivi di *Net Zero Energy* e *Net Zero Emissions* (Auer, 2015). E soprattutto che permettono di fornire risposte concrete nel prossimo futuro da una parte alla questione della limitatezza delle risorse disponibili, dall'altra alle connesse questioni dei cambiamenti climatici da mitigare e della sfida energetica da soddisfare, con la diminuzione dei fabbisogni e con l'aumento dei fattori di rinnovabilità nella generazione e di efficacia nella gestione/distribuzione in modo 'dinamico'.

Focus sul terzo termine del trinomio: quali sviluppi per un'interazione Cultura tecnologica /Energia (G.H.)

Oggi disponiamo dunque di tutte le tecnologie per costruire edifici con un fabbisogno di energia minimo senza eccessivi costi aggiuntivi e con una straordinaria capacità di governare i cicli di vita dei loro componenti e di ottimizzare i caratteri della qualità bioclimatica e del benessere ambientale degli spazi interni, intermedi ed immediatamente esterni di loro pertinenza. Tuttavia gli ormai numerosissimi esempi virtuosi realizzati e monitorati evidenziano un nuovo grado di complessità del sistema: è necessario costruire una visione che consideri l'edificio e il suo sempre più complesso involucro nel contesto del suo ambiente urbano e nei rapporti che esso impone (Tucci, 2014). Il maggiore problema della nostra epoca è la generazione e gestione di quella forma di energia che sinteticamente chiamiamo “termica”, rispetto a fabbisogni energetici crescenti che la vedono assoluta protagonista sia dal punto di vista quantitativo (rappresenta circa i tre quarti del fabbisogno complessivo di energia nelle nostre città)

ner in which they are combined in planning:

1. the transfer of interdisciplinary research to achieve further advances in the performance features of the technological systems utilised in architecture, with a particular emphasis on increasing the capacity of 'resilience' and 'adaptability' in response to the increasingly ominous effects of climate change and the environmental emergencies that occur with ever greater frequency (Hensel, 2013). Looking at the level of the directions being taken in technological and planning research and experimentation efforts currently in progress, as well as their constant evolution on buildings, emphasis should be given to the extent to which the latest scientific and technological developments in research on the chemical-physical properties of materials, as well as in the fields of electrostatics, microelectron-

ics, micromechanics, nanotechnology, optics, holography, fluid dynamics and information technology, have opened totally new horizons and possibilities for the design and construction of 'dynamic' architectonic facing able to provide responses to the increasingly complex cultural scenarios, in terms of needs and performance levels, outlined in the first section of the paper (Hausladen, Liedl, Saldanha, 2011). The ongoing translation into practice of the developments generated by research in recent years has led to the birth of nothing less than brand-new categories of construction products, which, having been given the name of 'variable property materials', or VPM, offer, among the many results of these developments still in progress, characteristics specifically studied and designed to increase the capacity of such materials for dynamic interaction with

factors involving the environment, the climate and energy⁽¹⁾;

2. enhancement of the natural passive bioclimatic behaviour of building organisms considered both in their entirety and as part of the systems of their urban settings or environmental contexts (Daniels, 2013), all of which entails, in addition to improving factors of environmental wellbeing and liveability, lowering the energy needs of the entire unit involved in the initiative;

3. experimentation with techniques, technology, components and materials of ever increasing ecological value and ever lower levels of "grey" energy (Petzet, Heilmeyer, 2012), this also leads, indirectly, to lower overall consumption of energy in operating procedures, something that can be accomplished by drawing on the most advanced research efforts at all levels and scales - indeed, today scale can

practically be considered to no longer exist, with everything from the individual component to the overall territory being covered - based on the most far-reaching interpretation of the *Life Cycle* vision, in the direction of the *Life Cycle Sustainability Assessment* (Valdivia et al., 2011), which must necessarily characterise any process involving the conceptualisation, planning and execution of initiatives in our constructed realities;

4. research into forms of energy self-production utilising renewable sources increasingly integrated into building organisms, and therefore generated on-site, being based to a growing extent on the use of material resources that effectively prove to be renewable (Shaikh et al., 2014) (such as organic and dye-sensitised solar cells in place of those made with silicon)⁽²⁾;

5. distribution and sharing on networks

sia sul piano della problematicità dei processi rinnovabili di generazione /accumulo /stoccaggio /distribuzione /impiego.

Il vero *focus* è prender consapevolezza che la città offre una vasta gamma di sistemi con diversi livelli di temperature, strutture con fabbisogni e curve di carico alternanti, elementi questi che possono e devono essere messi in stretta relazione da una visione tecnologico-progettuale complessiva.

La simultaneità della richiesta può essere riconsiderata valutando la disponibilità di energia termica derivante da sistemi integrabili tra loro a causa di temperature e curve di carico non coincidenti, così come attraverso il differimento del fabbisogno. Questi aspetti consentono di creare effetti sinergici tra edifici con profili funzionali e intervalli di utilizzo differenti. L'energia può essere presa in considerazione in funzione della "valenza" che essa assume, in rapporto ai sistemi e alle temperature operative necessarie.

Non si tratta quindi di una sfida legata solo alla tecnologia e ai sistemi, bensì alla creazione di un percorso strategico in cui è necessario invertire il processo che sinora abbiamo applicato: fino ad oggi abbiamo tarato la produzione sui fabbisogni di energia imposti dalle caratteristiche costruttive e dai profili funzionali degli edifici. In futuro invece dovremmo calibrare i fabbisogni sulla capacità di produzione rinnovabile e sulla sua differenziata disponibilità temporale.

Dopo anni di sperimentazione e di ricerca è oggi possibile impiegare metodologie del tutto innovative atte a verificare, caso per caso nel rispetto delle specificità di contesto microclimatico e biofisico, gli effetti a scala territoriale delle modalità di generazione delle diverse forme di energia rinnovabile (Rifkin, 2006) che consentano di ottenere, attraverso un sistema di gestione

- in forms that prove increasingly dynamic and adaptable over time to the needs manifested by various categories of architecture, servicing the different functions drawn up by users, as well as the variety of need that can arise in a given day or in the course of the seasons - of energy produced in 'clean' (with emphasis on the fact that 'clean' means *totally* - and not merely partially - *free of harmful emissions*, the main cause of global warming and, more on general, of the climatic alterations currently underway) (El-Khoury et al., 2012)⁽³⁾. Today the first projects are being undertaken, and the research underway is turning out tools that make it possible to create, and even more importantly to upgrade, buildings, in addition to reclaiming urban settlements capable of achieving *self-sustenance* and, with an eye towards the future, of reaching the objectives of *net zero energy* and *net*

zero emissions (Auer, 2015). Above all else, these advances shall provide practical responses, and in the near future, to the issue, on the one hand, of the limited nature of available resources and, at the same time, to the related issues of how to mitigate climate change and how to resolve the challenge of energy by decreasing needs while increasing the factors of *renewable* generation and *effective* management /distribution through a more 'dynamic' approach.

Focus on the third of the three terms: what developments can lead to an interaction of technological culture/energy (G.H.)

Today we have at our disposal all the technology needed to construct buildings requiring minimum levels of energy, without excessive supplementary costs, and with an extraordinary for governing the life cycles of their com-

centralizzato, una quantità cospicua di energia termica ad alta temperatura con enormi potenzialità di distribuzione 'dinamica' che tale tipo di intervento determina. Occorre però cambiare atteggiamento e approccio: vanno condotti *in primis*, con grande umiltà e desiderio di approfondirne la conoscenza, attente analisi del patrimonio edificato esistente, classificandolo per età, tipo di sistemi tecnologici dell'architettura, tipologia degli impianti e temperatura di utilizzo dei sistemi di regolazione termica (riscaldamento e raffrescamento). Tale metodologia consente la suddivisione in comparti che utilizzano determinate forme di energia con alte temperature e altri che possono sfruttare altre forme di energia con i livelli di temperatura del circuito di ritorno. Si ottiene un sistema a cascata che sfrutta tutta l'energia termica disponibile, con effetto finale in termini di ottimizzazione, di efficienza e di risparmio complessivo, che nell'efficacia dei risultati (in termini di rapporto, come si ricordava in apertura, tra efficienza ottenuta e quantità di risorse impiegate per conseguirla) è semplicemente rivoluzionario⁴.

In questo senso l'innesto di nuovi edifici nella città da rigenerare e la riqualificazione e recupero di quelli esistenti possono produrre una serie di interazioni che accrescono l'efficienza delle reti, aumentano il grado di rinnovabilità e riducono complessivamente il fabbisogno di energia primaria.

In passato, la produzione di energia era scarsamente regolabile ed era dimensionata sulla domanda (Kaiser, 2009). La produzione da fonte rinnovabile che oggi trova una crescente applicazione, implica una discontinuità e, in particolare quella generata dalle centrali eoliche e fotovoltaiche, una componente di imprevedibilità. La ricerca nei suoi prossimi futuri sviluppi è senza dubbio fortemente orientata all'adattamento dei fabbisogni al potenziale

ponents and optimising the factors of bioclimatic quality and environmental wellbeing of their internal and intermediate spaces, as well as the external spaces in their immediate proximity. But, at the same time, the large number of virtuous projects carried out and monitored to date point to a new level of systemic complexity: a vision must be formulated that considers buildings and their envelopes within the context of their urban environment, and in terms of the relations made necessary by that environment (Tucci, 2014). The chief problem of our age is the generation and management of the form of energy that, broadly speaking, we can refer to as "thermal", seeing that it holds what is undeniably the leading role, with respect to growing energy needs, in terms of both quantity (accounting for approximately three-quarters of the overall energy needs of our cities)

and with regard to the problems tied to processes of renewable generation /accumulation /storage /distribution /use. The true focus should be to arrive at an awareness of how cities offer a wide range of systems with different levels of temperature, structures with alternating needs and curves of consumption, all factors that can and must be considered in close relationship to an all-encompassing vision of technology and planning.

The simultaneous nature of demands can be reconsidered, assessing the availability of thermal energy from systems that lend themselves to integration on account of the fact that their temperatures and curves of consumption do not coincide, with the further possibility of differentiating energy needs. These considerations make it possible to achieve synergies between buildings with different functional pro-

della produzione e sull'immagazzinamento dell'energia generata. E in questo vi è la centralità della cultura tecnologica del progetto e della sua visione sistemica: soltanto attraverso una gestione molto accurata dal punto di vista progettuale dell'energia, che consideri e associ i profili di carico della produzione e dell'assorbimento superando l'ottica 'tradizionale' meramente impiantistica e rendendo protagonisti i caratteri costruttivi e tecnologico-ambientali dell'architettura associandoli alla tipologia dei fabbisogni, ai livelli di temperatura e all'interazione tra diverse forme di produzione, si potranno ottenere sistemi in grado di autosostenersi e privi di emissioni di CO₂ (Loonen, Trčka, Cóstola, Hensen 2013)⁵.

Le città del passato con le loro strutture e i rapporti che ne derivano, plasmate sulle caratteristiche microclimatiche, biofisiche, ecosistemiche e morfologiche del luogo, costituiscono ancora un'ispirazione indispensabile per concepire le città del futuro e per superare le criticità della città contemporanea. E se la nostra epoca, come abbiamo affermato fin dalle prime riflessioni, ci pone di fronte alle questioni dei cambiamenti climatici e ambientali in atto e della limitatezza delle risorse, *in primis* quelle energetiche, questa condizione di 'costante emergenza' di cui stiamo prendendo coscienza, indirizzati dai più profondi caratteri della cultura tecnologica, può dare origine a soluzioni e idee inedite e inattese, incoraggiare nuove linee di ricerca e sperimentazione, e costituire una grande occasione di sviluppo per la nostra comunità scientifica e soprattutto per la società nel suo complesso. Non facciamoci fermare nella ricerca e nella sperimentazione!

files and intervals of use. The energy can be viewed in terms of the "role" that it plays, based on the systems used and the operating temperature called for. The challenge to be addressed is tied not only to the technology and the systems, but also to formulation of a strategic approach under which the process that we have applied to date is inverted: in the past, production was calibrated in accordance with the energy needs determined by the construction features and the functional profiles of the buildings, whereas in the future we must calibrate energy needs on the basis of a capacity for renewable production and a differentiated availability over time. After years of experimentation and research, today absolutely innovative methods can be used to determine, on a case by case basis, so as to reflect the specific features of the microclimatic and biophysical context, the effects on

a territorial scale of procedures used to generate different forms of renewal energy (Rifkin, 2006) that make it possible to obtain, through a system of centralised management, a noteworthy quantity of thermal energy at a high temperature, complete with the enormous potential for the 'dynamic' mode of distribution that is a part of such initiatives. But for this to occur, there must be a change in attitude and approach. First of all, attentive analysis of the existing housing stock must be carried out, without any preconceptions, but only a desire for more thorough, in-depth knowledge, classifying the structures by age, the technological systems used in the architecture, the types of plant-engineering systems involved and the operating temperature of the systems of thermal regulation (heating and air-conditioning). This methodology makes it possible to dis-

NOTE

* in collaborazione con Elisabeth Endres e Daniele Santucci

¹ Tra gli involucri con materiali a proprietà variabili' (*Variable Property Materials*, VPM) possiamo annoverare le 10 categorie di componenti d'involucro più significativi e promettenti per gli sviluppi del prossimo futuro:

- i componenti fotocromici, termocromici ed elettrocromici quali testimoni avanzati della ricerca nel campo dei 'materiali cromogenici', capaci di integrare con gli effetti termici dei fattori ambientali quali il soleggiamento e la ventilazione mutando in tempo reale il loro stato chimico-fisico da una configurazione trasparente a opacizzata e in alcuni casi addirittura cromaticamente caratterizzata;
- i 'materiali a cambiamento di fase' (*PCM Phase Change Materials*), capaci di modificare il proprio stato chimico-fisico da solido a liquido ad areiforme a plasmatico e viceversa, a seconda della quantità di calore assorbita che diventa 'calore latente' nei periodi caldi e 'calore ceduto' nei periodi freddi;
- i componenti traslucidi di 'aerogel', la categoria dei materiali artificiali più leggera al mondo, pesante solo quattro volte l'aria, con una trasmittanza termica incredibilmente bassa;
- i materiali a base di 'gel dinamico', capace di opacizzarsi all'aumentare del calore (solitamente, ma non esclusivamente, impresso sull'involucro dall'irraggiamento solare);
- i componenti 'traslucidi dinamici' ad elevata capacità d'isolamento termico (*TIM Transparent Insulating Materials*), messi a punto per l'applicazione in architettura già da vent'anni ma sui quali la sperimentazione e il perfezionamento delle prestazioni continuano senza sosta, nella loro duplice applicabilità 'dinamica' su involucri massivi opachi o su involucri semiopachi ad elevata capacità di diffusione della luce;
- le tinte e vernici 'cromaticamente variabili' a seconda dell'irraggiamento solare incidente nella sua componente termica, ossia del calore assorbito e della temperatura superficiale dell'involucro con essi trattato;
- i vetri 'dielettrici' che, a seconda del materiale, sono in grado di produrre polarizzazioni elettriche di tipo ionico, elettronico, di orientazione o di carica spaziale nella componente d'involucro in cui sono impiegati;

tinguish between sets of structures that utilise certain forms of energy at high temperatures and others that can draw on other forms of energy with temperatures at the levels of return-flow circuits. The result is a cascade system that takes advantage of all the available thermal energy, with an ultimate effect, both in terms of optimising efficiency and savings overall, and as and as regards the effectiveness of performance levels (meaning the relationship, as indicated at the start of the paper, between the level of efficiency obtained and the quantity of resources employed to do so) that is nothing short of revolutionary⁽⁴⁾.

Under a similar approach, the introduction of new buildings into cities to be renewed and upgraded, together with the restoration of existing buildings, can produce a series of interactions that increase the efficiency of the

networks, heightening level of energy renewal while increasing the overall amount of primary energy required.

In the past, there was little regulation of the production of energy, whose level simply reflected demand (Kaiser, 2009). Production from renewable sources, an approach taken with increasing frequency at present, necessarily entails a certain discontinuity, especially in the case of wind and photovoltaic power, along with an element of unpredictability. Research on upcoming advances will undoubtedly pay close attention to adjusting energy needs to reflect the potential for production, as well as the capacity to store the energy generated. Herein lies the central role of technological culture, with its systemic approach, in planning, as only through a very precise management of energy, in terms of the planning component, with consideration and amalgamation of the

- i vetri 'prismatici dinamici', in grande sviluppo nel campo della regolazione della cosiddetta 'selettività angolare' dei raggi solari orientata a produrne il ri-direzionamento e la penetrazione in profondità verso gli ambienti interni, o la riflessione verso l'esterno, a seconda dei momenti della giornata e dell'anno;

- gli 'isolamenti con conduttanza variabile' (*Variable Conductance Insulation*, VCI), sui quali Thomas Potter ha affermato: "i componenti VCI possono ampliare lo scambio termico regolato dalla superficie esterna dell'edificio dal 30% circa fino al 90% dell'intera superficie di parete e copertura";

- i 'vetri con grado di trasmittanza variabile' (*Variable Transmittance Glas*, VTG), e i 'diodi a convezione variabile' (*Variable Convection Diods*, VCD). Inoltre, scartando dalla dimensione dei componenti a quella di interi sistemi-parete o sistemi-copertura in grado di interagire dinamicamente al variare delle condizioni climatico-ambientali, va anche sottolineata l'importanza delle sperimentazioni relative a:

- pareti 'solari ad aria dinamiche' (al momento stanno conoscendo un interessante processo di evoluzione e di sviluppo i *Dynamic Trombe Walls*), capaci di imprimere ai caratteri prestazionali consolidati dei muri solari passivi la capacità di interagire in tempo reale con le dinamiche mutazionali dei fattori ambientali, *in primis* quelle del soleggiamento nel corso della giornata e delle stagioni;

- involucri integrati con micromotori, collegati potenzialmente sia all'azione e alla regolazione degli utenti sia a reti di *building management system*, quali elementi-chiave di un sistema capace di recepire attraverso sensori e reti informatiche (interne all'edificio o appartenenti ad un *network* esterno più ampio e complesso) dati e informazioni sulle condizioni ambientali per le quali sono programmati e di trasmetterle in tempo reale agli 'attuatori', che rendono possibile attraverso l'azione dei micromotori stessi la trasformazione anche su piccolissima scala della configurazione di parti dell'involucro.

² Le riflessioni sulla messa a sistema e della redistribuzione delle risorse generate in modo rinnovabile, a cominciare dalla centralità della loro accessibilità, aprono di necessità e con grande slancio alla ricerca di un rinnovato concetto di sostenibilità, dal triplice valore ambientale, sociale ed economico e in grado di dialogare con i tre termini chiave di equità, inclusività, e

levels of production and consumption, so as to move beyond the 'traditional' outlook focussed solely on plant-engineering considerations, bringing into play the construction and technological-environmental features of the architecture, so as to associate them with the types of energy needs, the temperature levels and the interaction between the different forms of production, in this way obtaining systems able to sustain themselves and without any CO₂ emissions (Loonen, Trčka, Cóstola, Hensen 2013)⁽⁵⁾.

The cities of the past, with their structures, as well as the relations that arose from the same, having been moulded to reflect the microclimatic and biophysical characteristics of the site, as well as its eco-system and morphology, provide an indispensable inspiration for conceptualising the cities of the future, in order to overcome the nagging

problems of today's cities. And if our epoch, as we have stated right from our earliest reflections, presents us with the challenge of issues of ongoing changes in the climate and the environment, as well as the limited nature of resources, chief among them those used for energy, then this condition of 'unceasing emergency', of which we are becoming increasingly aware, harnessed to the most meaningful features of technological culture, can give rise to new and unexpected solutions and ideas, encouraging new directions of research and experimentation, in what would constitute a major opportunity for the development of the scientific community and, more importantly, for that of society as a whole.

We must not allow our research and experimentation to be stopped!

adattività, che guardi alla questione dell'Energia - terzo termine-chiave del titolo del presente contributo - come ad uno dei nodi-chiave epocali da affrontare e risolvere anche ricorrendo ad un modo totalmente nuovo di pensare, concepire e percepire la città, che tiri in ballo le *criticità* presentate e le *opportunità* offerte dalla questione energetica in rapporto al paesaggio urbano contemporaneo.

³ Dobbiamo registrare che la questione della tradizionale distribuzione dell'energia con partenza centralizzata e diffusione ed estensione senza soluzione di continuità stia lasciando concettualmente il posto ad un sistema a rete materiale e immateriale, fatto di un insieme di assi e infrastrutture pubbliche forti ed efficienti, che uniscono nodi e coaguli urbani a dimensione più "umana", dove accessibilità, equilibrio ambientale, efficienza energetica, efficacia bioclimatica, comfort degli spazi aperti e confinati, valore sociale, sicurezza e solidarietà possano essere salvaguardati ed ottimizzati. Di più, per lo sviluppo delle prestazioni "immateriali" di un insediamento responsabile e sostenibile, avanzano con forza le suggestioni offerte dall'impiego intelligente delle *smart grid*, quali sistemi di reti che - per definizione - sono in grado di integrare intelligentemente le azioni di tutti gli utenti connessi - produttori e consumatori - al fine di distribuire energia in modo efficiente, sostenibile, economicamente vantaggioso, e sicuro.

⁴ Gli studi devono riguardare la tipologia, l'età, i sistemi tecnologici, la qualità degli involucri di tutti gli edifici di quel determinato comparto urbano oggetto d'intervento, e di conseguenza la densità e distribuzione dei consumi. Successivamente vengono quantificati sia il potenziale energetico ricavabile da fonti rinnovabili, sia le risorse energetiche che si rendono disponibili da processi di lavorazione industriale, dalla termovalorizzazione distribuita, nonché da tutti i fattori di generazione dell'energia in modo naturale, passivo e, per dirlo in una parola, bioclimatico. I risultati dell'analisi e della quantificazione vengono associati alle risorse disponibili e messi in relazione alla rete che integra le componenti e ne sfrutta gli effetti sinergici. Elemento essenziale di questa strategia è l'analisi e il confronto tra la domanda e l'offerta. Per offerta si intende la produzione energetica centralizzata, le tariffe, la disponibilità temporale e il suo valore dal punto di vista ecologico.

NOTES

* in collaboration with Elisabeth Endres and Daniele Santucci

¹ We can include among these the 10 categories of the most important and promising envelope components for the immediate future:

- photochromic, thermochromic and electrochromic components as advanced evidence of research in the field of 'chromogenic materials' able to interact with the thermal effects of environmental factors such as solar irradiation and ventilation, changing their chemical and physical state in real time from a transparent configuration to an opaque one, and in some cases even a chromatically characterized one;

- Phase change materials (PCM), able to change their own chemical and physical state from solid to liquid to aeriform to plasma and vice versa, depending on the amount of heat absorbed which be-

comes 'latent heat' during hot periods and 'transferred heat' in cold periods;

- the transparent components of aerogels, the lightest category of artificial materials in the world, only four times heavier than air, with an incredibly low thermal transmittance;

- dynamic gel-based materials, able to become opaque as heat increases (usually, but not exclusively, transmitted to the envelope by solar irradiation);

- Transparent insulating materials (TIM), already designed for use in architecture twenty years ago but the experimentation and performance fine tuning of which continue uninterruptedly, in their dual 'dynamic' applicability on opaque large-scale envelopes and on semi-opaque, high light-diffusing envelopes;

- 'chromatically-variable' tints and paints depending on the solar irradiation affecting its thermal component,

gico. Per domanda si intende invece il profilo di carico delle diverse forme di energia, termica ed elettrica, richieste. Intersecandosi, le due categorie creano un'interfaccia processuale che potremmo definire 'della gestione dinamica': si tratta dell'analisi e della definizione dei profili di carico, della gestione dei picchi e dell'accumulo temporaneo di energia.

⁵ Nella fase di concepimento del progetto è imprescindibile considerare la forma e i rapporti delle strutture urbane nel loro complesso, così come l'ottimizzazione progettuale delle reti e delle infrastrutture energetiche esistenti, cercando la combinazione ottimale per metterle in relazione, anzitutto ampliando i limiti del sistema e ridisegnando i confini del bilancio energetico. Gli obiettivi fondamentali del processo di progettazione restano in ogni caso la qualità del progetto e la considerazione delle caratteristiche climatiche del luogo in cui interveniamo poiché la durabilità degli edifici e la loro adattabilità al contesto e alle sempre più frequenti pressioni emergenziali di tipo ambientale, climatico e sociale sono elementi fondamentali di un intervento che possa essere considerato sostenibile.

REFERENCES

Auer, T. (2015), "Klimagerechtes Bauen | Costruire sostenibile", in Battisti, A., Andres, E., Santucci, D., Tucci, F., *Energie: Bedrohung oder Chance für die Europäische Stadtlandschaft? | Energia: Occasione o minaccia per il paesaggio urbano europeo?*, Technische Universität München Verlag, München, pp. 86-97.

Daniels, K. (2013), *Advanced Building Systems*, Birkhäuser Architecture Verlag, Basel, Boston, Berlin.

EC (European Commission) (2017), *Report on the Implementation of the Circular Economy Action Plan*, Brussels [COM(2017)33].

EEA (European Environment Agency) (2016), *Circular Economy in Europe. Developing the knowledge base*, EEA Report, n. 2.

El-Khoury, R., Marcopoulos, C., Moukheiber, C. and Adams, D. (Eds.) (2012), *The Living, Breathing, Thinking, Responsive Buildings of the Future*, Thames & Hudson, London.

in other words on the heat absorbed and on the surface temperature of the coated envelope;

- 'dielectric' glass which, depending on the material, is able to produce electric ionic, electronic, orientational or spatial load polarisation in the envelope component it is used in;
- 'dynamic prismatic' glass, in major expansion in the field of regulation of the so-called angular selectivity of sun rays aimed at generating re-directioning and in-depth penetration towards internal environments, or reflection towards the outside, depending on the times of the day and year;
- Variable conductance insulation (VCI) about which Thomas Potter stated: "VCI components can expand thermal exchange regulated by the building's external surface from approximately 30% to 90% of the whole wall and roof surface area";

- Variable transmittance glass (VTG), and variable convection diodes (VCD). Moving from the size of components to that of whole wall-systems or roof-systems able to interact dynamically in accordance with changes in climatic and environmental conditions, the importance of experimentation related to the following must also be stressed:
- 'dynamic-air solar' walls (at the present time, dynamic trombe walls are undergoing interesting evolution and development), able to transfer to the consolidated performance features of passive solar walls the capacity to interact in real time with environmental factor changes, above all changes in sunlight during the day and seasons;
- envelopes featuring micromotors potentially linked to both user and network operation and regulation of building management systems as the key elements of a system able to receive

Hausladen, G., Liedl, P. and Saldanha, M. (2011), *Klimagerecht Bauen: Ein Handbuch*, Birkhäuser Verlag, Basel.

Hensel, M. (2013), *Performance-Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment*, AD Primers, John Wiley & Sons, Ltd, Publication, Chichester, West Sussex.

Herzog, T. (2010), *Architecture+Technology*. Prestel Verlag, Munich, London, NewYork.

Jourda, F.H. (2010), *Petit Manuel de la Conception Durable*, Archibooks + Sautereau Editions, Paris.

Kaiser, R. (2009), "Stehen Denkmalschutzauflagen im Widerspruch zur Energieeffizienz?", *Der Holznagel*, n. 6, pp. 25-28.

Kolarevic, B., Parlac, V. (Eds.) (2015), *Building Dynamics: Exploring Architecture of Change*, Routledge, London, New York.

Loonen, R.C.G.M., Trčka, M., Cóstola, D. and Hensen, J.L.M. (2013), "Climate adaptive building shells: State of the art and future challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 25, pp. 483-493.

Losasso, M. (2014), "La ricerca tecnologica per l'architettura: fondamenti e avanzamenti disciplinari", in Claudi de Saint Mihiel, A. (Ed.), *Tecnologia e progetto per la ricerca in Architettura*, Clean, Napoli.

Lucarelli, M.T., Mussinelli, E. and Trombetta, C. (Eds.) (2016), *Cluster in progress. The Architectural Technology Network for Innovation | La Tecnologia dell'Architettura in rete per l'innovazione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.

Matteoli, L., Peretti, G. (2013), "Quaranta anni di attenzione all'ambiente nella tecnologia dell'Architettura | Forty Years of Environmentally conscious building technology design", *Techne*, n. 5, pp. 35-43.

Pallasmaa, J. (2010), *The Thinking Hand. Existential and Embodied Wisdom in Architecture*, John Wiley & Sons, London.

Petzet, M., Heilmeyer, F. (2012), *Reduce Reuse Recycle*, Architecture as Resource, Hatje Cantz Verlag, Berlin.

Rifkin, J. (2006), "Renewable Energy and the 21st century Architecture Re-

data and information related to environmental conditions for which they are programmed through sensors and IT networks (within buildings or belonging to a wider, more complex external network), and to transmit them in real time to implementors' that allow for transformation of parts of the envelope's configuration, including on a small scale, through the action of the micromotors.

² Reflections on the establishment on a systemic footing of resources generated in renewable fashion, as well as on their redistribution, starting with the central importance of their accessibility, necessarily set the stage, and with noteworthy impetus, for research to seek out a renewed concept of sustainability driven by the triple vector of environmental, social and economic concerns, and which, at the same time, can prove capable of engaging in a dialogue with

the three all-important terms of equity, inclusiveness and adaptability, all with the focus firmly placed on the question of energy – the third fundamental term in the title of this essay – as constituting one of the epoch-making issues to be addressed and resolved, even if this means drawing on a totally new way of thinking, conceiving and perceiving the city, so as to bring into play the problems presented – as well as the opportunities offered – by the issue of energy within the context of the modern-day urban landscape.

³ It should be noted that the traditional paradigm for the distribution of energy, starting from a centralised point of departure, with uninterrupted dissemination and extension, is giving way, in conceptual terms, to a system of tangible and intangible networks consisting of sets of public axes and infrastructures that are strong and efficient,

volution”, *Rassegna. Nuovi orientamenti dell'architettura*, n. 85, pp. 22-35.

Rockström, J. (2016), “Future Earth”, Editorial of *Science*, 22 Jan 2016, Vol. 351, Issue 6271.

Shaikh, P.H., Nursyarizal Bin, M.N., Nallagownden, P., Elamvazuthi I. and Ibrahimù, T. (2014), “A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings”, in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 34, pp. 409-429.

Torricelli, M.C. (2008), “Scienza del progetto di architettura: nuovi paradigmi di ricerca”, in Torricelli, M.C., Lauria, A. (Eds.), *Ricerca Tecnologia Architettura. Un diario a più voci*, Edizioni ETS, Pisa.

Tucci, F. (2014), *Involucro, Clima, Energia. Qualità bioclimatica ed efficienza energetica in architettura nel progetto tecnologico ambientale della pelle degli edifici | Envelope, Climate, Energy. Bioclimatic quality and energy efficiency in architecture in the environmental technological design of building skins*. Altralinea, Firenze

Valdivia, S., Ugaya, C.M.L., Snnemann, G. and Hildebrandd, J. (Eds.) (2011), *Towards a Life Cycle Sustaibnability Assessment. Making informed choices on products*, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.

combined with urban nodes and conglomerations set on a more “human” scale, meaning one at which accessibility, environmental balance, energy efficiency, bioclimatic performance, the comfort level of open and confined spaces, social value, safety and solidarity can be safeguarded and optimised. What is more, when it comes to enhancing the “intangible” performance of a responsible, sustainable population centre, increasing weight is being given to the points of strength exhibited by the intelligent use of smart grids, meaning network systems that, by definition, are capable of integrating, in intelligent fashion, the actions of all the connected users – both producers and consumers – in order to distribute energy in a manner that proves efficient, sustainable, economically advantageous and secure.

⁴ The studies should address the type,

the age, the technological systems and the quality of the facings of all the buildings of an urban unit involved in a given project, also considering, as a consequence of the above factors, the density and distribution of consumption. Subsequently, attention shall be turned to quantifying both the potential energy to be drawn from renewable sources and the energy resources made available by processes of industrial treatment and by the distribution of energy-from-waste, as well as all by all the factors involved in the generation of energy in a natural, passive manner or, in a word, in bioclimatic fashion. The results of the analysis and the quantification are viewed within the context of the available resources and considered in terms of a network that combines the various components and exploits their synergistic effect. A key element of this strategy is the comparison and contrast

of the supply and demand, with supply referring to the centralised production of energy, to fee levels, to availability over time and to the value of the energy in ecological terms. Demand, on the other hand, regards the load levels of the different forms of energy required, both thermal and electric. The intersection of the two categories created a procedural interface that can be referred to as ‘dynamic management’, involving, as it does, the analysis and determination of the load profiles, the management of the peak load times and the temporary accumulation of energy.

⁵ During the conceptual phase of the project, it is vitally important that consideration be given to the form and interrelations of the urban structures as a whole, as well as to optimisation of the design of existing energy networks and infrastructures, in search of the most effective way of combining them, with

an eye, first and foremost, to expanding the limits of the system and reformulating the boundaries of the energy balance. In any event, the fundamental objectives of the planning and design process remain the quality of the design and the consideration given to the characteristics of the climate of the site where we are undertaking a given effort, seeing that the durability of the buildings and their capacity to adapt to the surrounding context, as well as to the increasingly frequent pressures occasioned by environmental, climatic and social emergencies, are key factors in any initiative worthy of being deemed sustainable.