

Andrea Campioli, Monica Lavagna
Dipartimento ABC, Politecnico di Milano

andrea.campioli@polimi.it
monica.lavagna@polimi.it

Abstract. L'innovazione nel settore edilizio è spesso trainata dalla normativa e dai meccanismi di mercato. Superata la leva dell'efficienza energetica, all'orizzonte si profilano nuovi obiettivi orientati alla sostenibilità degli interventi.

Il saggio mira a costruire, con particolare riferimento al contesto italiano, il quadro delle politiche, dei percorsi normativi e delle iniziative orientate alla sostenibilità, che stanno determinando e determineranno percorsi di innovazione ambientale. Centrale in tutti questi percorsi è l'approccio al ciclo di vita e la valutazione ambientale basata sul metodo LCA. Notevole è lo sforzo che la ricerca sta producendo per raffinare gli strumenti di valutazione e supporto alle decisioni, verso una visione sistemica della sostenibilità.

Parole chiave: Innovazione, Efficienza ambientale, *Life Cycle Assessment*, Sostenibilità, Approccio sistemico

Le leve dell'innovazione L'innovazione del processo, del progetto, delle modalità di costruzione e di produzione è oggi pesantemente trainata dalla normativa e dai meccanismi di mercato. Le imposizioni normative svolgono un innegabile ruolo di traino per l'innovazione dei prodotti edilizi e dei processi di produzione e di costruzione. Molteplici sono le norme, dalle direttive europee fino alle leggi nazionali e locali, che affrontano il tema ambientale, in genere articolate per sotto temi (energia, rifiuti, emissioni, acqua ecc.). I meccanismi di mercato stimolano gli operatori a una concorrenza che induce all'innovazione di processo e di prodotto. Essa in genere viene attivata dall'introduzione di un vincolo normativo per poi assumere un carattere autonomo e mirare, attraverso un processo di miglioramento continuo, a obiettivi più ambiziosi capaci di rispondere all'evolversi della domanda di mercato, che è costituita dai progettisti e dai costruttori per i produttori e dai committenti e dagli utenti finali per i progettisti e i costruttori.

Environmental innovations in the construction sector and life cycle approach

Abstract: Innovation in the construction industry is often driven by the legislation and by the market mechanisms. After the lever of energy efficiency, new goals are looming on the horizon towards sustainability of interventions. The essay aims to build, with particular reference to the Italian context, a framework of policies, of regulatory pathways and of the initiatives geared towards sustainability, which are determining and will determine the routes of environmental innovation. Central to all these paths is the life-cycle approach and the environmental evaluation based on LCA. Remarkable is the effort that research is producing to refine the assessment tools and the decision support tools toward a systemic vision of sustainability.

Keywords: Innovation, Eco-efficiency, Life Cycle Assessment, Sustainability, Systemic approach

La spinta normativa e la domanda di mercato costituiscono quindi stimoli essenziali per tutti gli operatori del settore delle costruzioni che, malgrado il ben noto carattere conservativo che li connota, stanno oggi muovendo i primi passi pionieristici sul fronte di una innovazione tecnologica orientata alla sostenibilità: i progettisti e i costruttori con i loro sforzi di innovazione ambientale nelle scelte di progetto e di fornitura di prodotti e nei processi di costruzione-gestione-dismissione degli edifici; i produttori con i loro sforzi di innovazione ambientale nei processi produttivi e di riduzione degli impatti ambientali nella filiera di approvvigionamento. Risultati importanti in questo senso sono già leggibili oggi in relazione al tema energetico. La normativa sull'efficienza energetica degli edifici è di fatto stata trainante rispetto a percorsi di rinnovamento nei modi di costruire e riqualificare gli edifici e di innovazione dei prodotti edilizi. La direttiva sugli "edifici a energia quasi zero" (2010/31/EU) prefigura già scenari di ulteriore rincorsa verso standard energetici elevati e di integrazione impiantistica spinta. I meccanismi di mercato hanno fatto il resto. Sensibilizzati gli operatori del mercato e gli utenti, si è attivata una forte concorrenza in relazione al tema energetico (si pensi al successo di Casaclima e alla corsa alla certificazione energetica in classe A).

Dall'efficienza energetica all'efficienza ambientale Ormai da anni l'Unione Europea sta indirizzando il settore delle costruzioni a un serio confronto con il problema della sostenibilità ambientale, promuovendo differenti piani di azione.

Lo stesso tema energetico è maturato proprio nel solco della questione ambientale (con particolare riguardo alla presa di im-

The levers of innovation

Today the innovation of the process, of the project, of the methods of construction and production is heavily driven by the legislation and by the market mechanisms. The laws and regulations play an undeniable role of driving force for the innovation of building products and of manufacturing and construction processes. There are many standards, from European directives to the national and local laws, which deal with the environmental theme, usually broken down by sub-themes (energy, waste, emissions, water, etc.). The market mechanisms stimulate the operators to competition that drives innovation process and product. The competition is usually started by the introduction of a regulatory obligation and then takes an independent character and it aims, through a process of continuous improvement, more ambitious

targets, able to respond to changing demands of the market, that is made up of designers and builders for producers and buyers and end-users for designers and manufacturers. The legislation push and the market demand are therefore essential stimuli for all operators in the construction sector. In spite of their well-known conservative nature, they are now moving the first pioneering steps toward a technological innovation oriented to sustainability: designers and builders with their efforts of environmental innovation in the design choices and in the supply of products and processes of construction-management-disposal of buildings; producers with their efforts of environmental innovation in production processes and in the reduction of environmental impacts in the supply chain. In this direction, important results can be already verified today in relation to

pegno per la riduzione delle emissioni di CO₂ sottoscritta con il Protocollo di Kyoto).

Ma, pur restando centrale¹, il tema energetico non è l'unico aspetto considerato nelle politiche dell'Unione. Alcune direttive sono volte proprio a contenere alcune criticità che le norme sull'efficienza energetica degli edifici potrebbero generare². Data la vastità del tema ambientale, il quadro delle direttive ambientali è molto articolato, per certi versi ancora frammentario, e necessiterebbe di uno sforzo di messa a sistema e soprattutto di verifica dell'effettiva efficacia ambientale delle strategie messe in atto in questi ultimi anni.

Un tentativo di approccio sistemico è rintracciabile nella Strategia Europa 2020 e in particolare nell'obiettivo "un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" [COM (2011) 21 e (2011) 571], perseguito attraverso la definizione di un insieme di strumenti adeguati (tasse, sovvenzioni, meccanismi di mercato e di definizione dei prezzi) che rispecchino i costi effettivi dell'utilizzo delle risorse e che incoraggino un atteggiamento innovativo a lungo termine delle autorità pubbliche e delle imprese verso l'obiettivo di un uso efficiente delle risorse (materiali, energia, acqua) lungo tutta la catena del valore, entro il 2020.

Anche nell'ambito dell'efficienza ambientale agiscono due leve: da un lato la spinta normativa, senza la quale probabilmente il tema ambientale non verrebbe nemmeno affrontato, e dall'altro il mercato, che sembra oggi particolarmente interessato a promuovere la valorizzazione (anche economica) del costruito di qualità.

Dunque obblighi normativi volti a migliorare l'intero comparto e approccio volontario rivolto a valorizzare i percorsi più virtuosi. All'interno di questo duplice binario, che genera iniziative

diversificate, si stanno attivando molteplici percorsi, a tratti complementari, a tratti sovrapposti, a tratti in competizione, sulla cui efficacia permangono spesso perplessità.

La complessità del tema ambientale appare ulteriormente accentuata nell'applicazione all'ambito edilizio, settore molto articolato e complesso. Il tentativo di definire strumenti di supporto decisionali e di valutazione dell'efficacia ambientale delle soluzioni innovative individuate ha generato diversi strumenti di 'misurazione' della sostenibilità nell'intero ciclo di vita.

La necessità di un approccio semplificato, facilmente comprensibile dagli operatori e verificabile dai controllori istituzionali, ha in questi anni favorito la diffusione, sia in ambito volontario sia in ambito normativo, di strumenti a *check-list*, come gli strumenti di valutazione a punteggio (protocolli o *system rating*) o i criteri ambientali minimi per il *Green Public Procurement*, costruiti sulla base di un elenco molto articolato di criteri-requisiti ambientali da soddisfare per ottenere punti premio (nel caso degli strumenti a punteggio) o da rispettare obbligatoriamente (requisiti minimi) per accedere alla gara di appalto (nel caso del GPP). Il superamento di questo atteggiamento marcatamente qualitativo e la necessità di una verifica dell'efficacia ambientale in termini rigorosamente quantitativi sta oggi determinando l'introduzione di strumenti, come il *Life Cycle Assessment*, capaci di misurare quantitativamente l'aumento o la riduzione degli impatti ambientali legati alle innovazioni di processo e di prodotto³.

I protocolli ambientali come leva di innovazione ambientale

La disponibilità di strumenti di valutazione e certificazione ambientale degli edifici (in Italia Protocollo Itaca e LEED) è

the theme of energy. The legislation on energy efficiency of buildings has led in fact to the new ways to build and refurbish buildings and to the introduction of innovative building products. The Directive on "nearly zero energy buildings" (2010/31/EU) already prefigures scenarios for a further run-up to satisfy standards oriented to very low-energy buildings and equipment's integrations. The market mechanisms did the rest. Made aware the market players and the users, it has been activate a strong competition in relation to the subject of energy (think about the success of Casaclima and the race for energy certification in class A).

From energy efficiency to the environmental efficiency

For years now, the European Union is directing the construction sector to a serious confrontation with the issue of

environmental sustainability, by promoting different action plans. Also the energy theme is matured in the wake of environmental issues (especially with regard to the commitment to the reduction of CO₂ emissions signed in the Kyoto Protocol). But, while remaining central theme¹, the energy issue is not the only aspect considered in EU policies. Some guidelines are intended to contain some critical aspects that the rules on energy efficiency in buildings could generate². The vastness of the environmental issues leads to a very articulate framework of environmental directives, in some ways even fragmentary, which would require an effort of systematization and especially verification of the environmental effectiveness of the strategies implemented in recent years. An attempt at systemic approach can be found in the Europe 2020 Strategy and in particular under the "Re-

source Efficient Europe" [COM (2011) 21 (2011) 571], pursued by defining a set of tools adequate (taxes, subsidies, market mechanisms and pricing) that reflects the actual costs of resource use and that encourages a long-term innovative approach by public authorities and businesses towards the goal of an efficient use of resources (materials, energy, water) along the entire value chain by 2020. Even within the environmental issue there are two levers: on one side the thrust of the laws, without which probably the environmental issues would not even addressed, and on the other the market, which today seems particularly interested in promoting the development (even economic) of the building quality. So regulatory requirements to improve the entire sector and voluntary approach aimed at enhancing the paths most virtuous. Within this dual-track,

which generates different initiatives, are starting multiple paths, sometimes complementary, sometimes overlapping, sometimes competing, the effectiveness of which still raises doubts. The complexity of the environmental theme is further accentuated in the application in the construction sector, very diversified and complex. The attempt to define decision support tools and to evaluate the environmental effectiveness of innovative solutions identified has generated several tools for the 'measurement' of sustainability throughout the entire life cycle. The need for a simplified approach, easily understood by operators and verifiable by institutional controllers, has in recent years encouraged the spread, both in the regulatory and in the voluntary field, of tools based on check-list, such as scoring tools (protocols or rating system) or minimum environmental

diventato elemento di traino di alcune innovazioni soprattutto di processo. Tali strumenti richiedono un allargamento delle competenze e professionalità coinvolte (interdisciplinarietà) e un maggiore dialogo tra gli operatori (progettisti, installatori, impresa di costruzione e fornitori di prodotti e materiali) a partire dalle prime fasi del progetto.

Sul versante dei prodotti, l'innovazione riguarda soprattutto l'attivazione di una maggiore trasparenza dell'informazione ambientale lungo la filiera.

Questo non ha per ora generato vere e proprie innovazioni di prodotto; in Italia l'attenzione dei produttori nei confronti dei protocolli ambientali (in particolare di LEED) è elevata, ma la tendenza è quella di registrare le caratteristiche dei prodotti esistenti senza introdurre innovazioni. In prospettiva però, quando l'informazione ambientale si sarà affermata più diffusamente, dovrebbe innescare la competizione e quindi l'innovazione.

Per esempio la richiesta di precisare il contenuto di riciclato attiva l'intera filiera di approvvigionamento e produzione a dover documentare tale informazione ambientale.

Fino a oggi vi è una registrazione dello stato dell'arte, ma nel momento in cui la domanda di mercato (resa progressivamente consapevole) si orienterà a chiedere prodotti con elevato contenuto di riciclato, i produttori saranno sempre più orientati a innovare i propri prodotti usando materia prima seconda.

Al di là dell'uso strumentale finalizzato alla crescita del valore di mercato degli edifici, a questi strumenti deve essere comunque riconosciuto il ruolo di diffusione della conoscenza su temi che fino a qualche anno fa non erano per nulla affrontati dagli operatori e il tentativo di aumentare la trasparenza dell'informazione ambientale.

criteria for Green Public Procurement, built on the basis of a very detailed list of environmental requirements to be met to obtain the award (in the case of scoring tools) or to comply with the obligation (minimum requirements) for access to the competitive bids (in the case of GPP). The overcoming of this attitude markedly qualitative and the need for verifying the effectiveness environmental in strictly quantitative terms is now bringing to the introduction of tools such as Life Cycle Assessment, able to quantitatively measure the increase or reduction of environmental impacts related to the innovation of processes and of the products³.

The environmental protocols as lever of environmental innovation

The availability of assessment tools and environmental certification of buildings (in Italy *Protocollo Itaca* and

LEED) has become the driving force for a number of innovations, of process above all. These tools require an extension of the competencies and professionalism involved (interdisciplinarity) and a greater dialogue between operators (designers, installers, construction companies and suppliers of products and materials) from the first phases of the project. In terms of products, innovation mainly concerns the activation of a greater transparency of environmental information along the supply chain. This has so far not generated real product innovations; in Italy the attention of manufacturers for environmental protocols (in particular for LEED) is high, but the tendency is to record the characteristics of existing products without introducing innovations. In the future, however, when environmental information will be established more widely, should trigger the

Il Green Public Procurement come leva di innovazione ambientale

dell'*Action plan on Sustainable Production and Consumption*, e in particolare nelle Comunicazioni adottate dal Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea su Consumo e Produzione Sostenibile (COM 397/2008) e sul GPP (COM 400/2008), che concentrano la loro attenzione sul "consumatore" (sia pubblico che privato). In Italia, in attuazione di tale politica europea, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha attivato un Piano di Azione Nazionale⁴ per gli "acquisti verdi" nel settore pubblico (*Green Public Procurement*), che ha già portato ai primi risultati, come i criteri ambientali minimi per i servizi energetici⁵. Nel 2012 è stato costituito un gruppo di lavoro per la definizione dei criteri ambientali minimi (CAM) per la costruzione e la manutenzione degli edifici. L'imposizione di criteri "minimi", dunque a soglia e prescrittivi, almeno negli appalti pubblici, permette di muovere il mercato, senza una imposizione estesa a tutti. Oltre alle specifiche tecniche "obbligatorie", verranno definite delle specifiche tecniche "premianti" che potranno essere usate per definire una graduatoria di merito a parità di offerta economica. Le Pubbliche Amministrazioni dovranno inserire i criteri nel Capitolato speciale descrittivo e prestazionale contenuto nel progetto preliminare, sulla base del quale in genere viene indetta la gara d'appalto per i servizi di progettazione ed esecuzione dei lavori. Per poter partecipare alla gara d'appalto, l'impresa deve dimostrare capacità tecnica e professionale, per esempio garantendo la presenza di professionisti esperti in edilizia sostenibile⁶ o in LCA. Questo innesca già una virtuosa mo-

Il ruolo fondamentale della domanda come elemento di traino dell'innovazione ambientale è stato sancito all'interno

competition and thus the innovation. For example, the request to specify the recycled content leads the entire chain of supply and production to document this environmental information. Until now, there is a record of the state of the art, but when the market demand (becoming progressively conscious) will be directed to seek products with high recycled content, manufacturers will be increasingly focused on innovating its products, using secondary raw material. Beyond the instrumental use in order to expand the market value of the buildings, it must be however recognized to these instruments the role of dissemination of knowledge on subjects that until a few years ago were not at all addressed by the operators and the attempt to increase transparency of environmental information.

The Green Public Procurement as lever of environmental innovation

The role of demand as driving force for environmental innovation has been enshrined in the Action Plan on Sustainable Production and Consumption, and in particular in the Communications adopted by the Council of Ministers of the European Union on Sustainable Production and Consumption (COM 397/2008) and GPP (COM 400/2008), that focus their attention on the "consumer" (both public and private). In Italy, for the implementation of the European policy, the Ministry for the Environment, Land and Sea (MoE) has set up a National Action Plan⁴ for the "green purchases" in the public sector (*Green Public Procurement*), which has already led to the first results, eg the minimum environmental criteria for energy services⁵. In 2012 it was established a working group to define

difica nel processo e nei rapporti tra gli operatori, accrescendo la conoscenza in direzione ambientale.

La valutazione LCA come leva di innovazione ambientale

Negli strumenti a punteggio viene adottato un approccio al "ciclo di vita", nel senso 'filosofico' del termine (*Life Cycle Thinking*), volto a introdurre uno sguardo allargato a tutte le fasi del processo, ma senza mai arrivare a una valutazione di sintesi che metta a sistema il contributo di impatto delle diverse fasi.

La sostenibilità dei percorsi di innovazione dovrebbe invece essere verificata tramite l'uso di strumenti di valutazione capaci di misurare quantitativamente la sostenibilità sul versante ambientale (*Life Cycle Assessment*), economico (*Life Cycle Costing*) e sociale (es. *Social Life Cycle Assessment*). Il ruolo di questi strumenti può essere sia di guida nell'individuare il percorso di innovazione, sia di verifica che un'idea innovativa innescata da altre sollecitazioni risulti efficace sul fronte della sostenibilità.

Lo sviluppo di strumenti di questo tipo è stato attuato nell'ambito delle strutture di standardizzazione a livello internazionale (ISO), europeo (CEN) e nazionale (UNI). In tali ambiti è stato adottato e promosso il metodo LCA, applicato sia alla scala dell'intero edificio sia alla scala dei prodotti edilizi. Ne sono derivate una serie articolata di norme tecniche⁷ che forniscono un sistema per la valutazione della sostenibilità degli edifici basato sulla valutazione LCA dell'edificio, condotta possibilmente avvalendosi dell'eco-profilo dei prodotti certificati tramite EPD (*Environmental Product Declaration*).

Molto lavoro si sta facendo oggi per adeguare i protocolli esistenti alle norme CEN, integrando la valutazione LCA⁸.

the minimum environmental criteria for the construction and maintenance of buildings. The imposition of criteria "minimum", and therefore with a threshold and prescriptive, at least in public procurement, allows to move the market, without a requirement extended to all. In addition to the technical specifications "mandatory", we will define the technical specifications "rewarding" that can be used to define a graded list for the same economical bids. The Public Administrations must enter the criteria in the documentation (specifications) contained in the preliminary draft, based on which usually it is made the public tender for design services and execution of work. In order to participate to the competitive bid, the construction companies must demonstrate technical and professional capacity, for example through the presence of experienced professionals in

sustainable building⁶ or LCA. This already triggers a virtuous changes in the process and in the relations between operators, increasing awareness towards the environment.

The LCA as lever of environmental innovation

A life cycle approach is adopted by rating systems, interpreting the term in a 'philosophical' way (*Life Cycle Thinking*), just with the introduction of a broader view to all the stages of the process. But they are never arrived at a synthesis evaluation that systematizes the contribution of the impact of different phases. The sustainability of innovation paths should instead be verified through the use of assessment tools capable of measure quantitatively the sustainability on the environmental side (*Life Cycle Assessment*), on the economic side (*Life Cycle Costing*) and

Solo un protocollo, il DGNB tedesco, è nato integrando già la valutazione LCA di edificio tra i primi criteri del protocollo, attivando virtuosamente tutta la filiera e portando a un velocissimo incremento dei prodotti certificati tramite EPD⁹. Questo consente di uscire dall'ambiguità dell'uso di dati secondari provenienti da banche dati, permettendo invece l'uso di dati primari strettamente correlati allo specifico prodotto utilizzato nell'edificio, stimolando il mondo della produzione a una concorrenzialità diretta e all'innovazione ambientale dei prodotti.

Le EPD di prodotti edilizi hanno cominciato ad affermarsi in Italia già dieci anni fa¹⁰, ma si tratta di una certificazione che non è mai decollata proprio per la mancanza di una domanda di mercato. L'inserimento della richiesta di EPD nei principali protocolli di valutazione degli edifici¹¹, attiverrebbe di conseguenza la domanda di mercato.

Conclusioni

Le iniziative in atto delineano un quadro molto variegato, i cui strumenti operativi (direttiva ZEB, norme CEN, GPP, certificazione LEED, Protocollo Itaca, certificazione EPD, Regolamento 305/2011/UE sui prodotti da costruzione), nati in contesti diversi e con finalità differenti, su iniziativa di enti differenti, sono spesso in concorrenza se non in conflitto tra di loro (anche nell'ambito pubblico e normativo). La molteplicità di approcci, interpretazioni, metodi di verifica che ne deriva, pur contribuendo su più livelli a introdurre e avviare un percorso di sostenibilità in edilizia, rischia anche di ingenerare confusione e disorientamento nei progettisti, un po' come è avvenuto e sta avvenendo in Italia anche rispetto al tema della certificazione energetica, così frammentata territorialmente; con l'aggravante che il tema del-

on the social side (eg *Social Life Cycle Assessment*). The role of these tools could be of help both in identifying the path of innovation, both to verify that an innovative idea triggered by other requests can be effective in terms of sustainability. The development of such tools has been implemented within the structures of standardization, at international (ISO), European (CEN) and national (UNI). In these standards has been adopted and promoted the LCA method, applied both to the scale of the entire building and to the scale of building products. It resulted a complex set of technical standards⁷, that provide a system for assessing the sustainability of buildings based on the LCA of the building, possibly conducted using the eco-profile of products certified by EPD (*Environmental Product Declaration*). Much work is being done today in order to adapt existing protocols to

the CEN standards, incorporating the LCA assessment⁸. Only a protocol, the German DGNB, was born already integrating the LCA of buildings in the first criteria of the protocol, activating virtuously the supply chain and leading to a fast increase of products certified by EPD⁹. This allows to exit from the ambiguity of the use of secondary data from databases, while allowing the use of primary data closely related to the specific product used in the building, stimulating the production world to a direct competition and to the environmental innovation of products. The EPDs of building products have begun to assert itself in Italy ten years ago¹⁰, but it is a certification that has never taken off because of the lack of a market demand. The insertion of the request of EPD in the main evaluation protocols of buildings¹¹, will activate accordingly the demand of market.

la progettazione ambientale costituisce già un tema complesso, molto più articolato della gestione energetica, e dunque sfuggente negli esiti. L'Unione Europea, rendendosi conto della proliferazione di strumenti di valutazione ambientale degli edifici, ha chiesto uno sforzo di armonizzazione¹².

Sia le norme, sia gli strumenti operativi affrontano il tema ambientale in maniera frammentaria, scomponendo l'ambiente in sotto temi (energia, rifiuti, emissioni, acqua ecc.). Questo porta spesso a ricercare l'ottimizzazione di un solo aspetto (per esempio il risparmio energetico) a discapito di altri (qualità architettonica, qualità degli spazi di vita in termini di comfort e vivibilità, sostenibilità ambientale complessiva, sostenibilità economica complessiva e sostenibilità sociale), senza un approccio sistemico. Il metodo LCA costituisce un primo avvicinamento alla visione sistemica della sostenibilità ambientale, poiché considera vari indicatori di impatto ambientale e opera una valutazione sintetica nell'intero ciclo di vita. Ma questo non basta. Oltre alla dimensione ambientale, occorre affrontare la dimensione economica e sociale. Le norme CEN hanno affrontato anche queste due dimensioni. Però l'approccio non è ancora esaustivo, soprattutto rispetto alla dimensione sociale. Inoltre il tema della qualità architettonica è totalmente trascurato, con una progressiva erosione del tempo dedicato all'ideazione del progetto e una espansione dei meccanismi di ingegnerizzazione, verifica e controllo. Per accompagnare i percorsi di innovazione del settore, occorre il sostegno della ricerca scientifica e della formazione degli operatori. A fronte dell'elevata varietà di iniziative, il ruolo della ricerca deve essere quello di fare chiarezza e cercare di raffinare gli strumenti di valutazione e supporto alle decisioni capaci di affrontare in maniera sistemica il tema della sostenibilità, attra-

verso la creazione di gruppi di lavoro multidisciplinari e reti di ricerca¹³. L'attività di ricerca costituisce un punto di osservazione privilegiato perché slegata dalla relazione con situazioni specifiche e dagli aspetti contingenti. Un primo versante di ricerca dovrebbe essere volto alla verifica dell'effettiva sostenibilità di alcuni percorsi di innovazione (di processo, di progetto, di prodotto) sollecitati dal miglioramento ambientale, tramite l'uso degli strumenti *life cycle oriented* (LCA, LCC, SLCA).

Un secondo versante di ricerca è lo sviluppo metodologico di tali strumenti, in particolare nell'ambito della sostenibilità sociale, e l'individuazione di possibili integrazioni tra strumenti nati in contesti disciplinari differenti, ponendo attenzione all'individuazione delle peculiarità del settore edilizio (gli strumenti utilizzati spesso non sono nati nel settore edilizio, ma in altri ambiti di applicazione).

Un terzo versante di ricerca riguarda l'individuazione di scenari innovativi basati sulla definizione di *Sustainable Product-Service Systems* nel settore edilizio: in questi casi l'innovazione non riguarda tanto il prodotto quanto la modificazione delle relazioni tra gli operatori. In particolare l'introduzione di nuove forme di partenariato, verticale o orizzontale, possono indurre a costituire legami privilegiati e dotati di una certa stabilità tra operatori tradizionalmente chiamati a interagire in modo occasionale e a innalzare la qualità dell'offerta e i legami con il territorio locale. Se la ricerca ha un ruolo esplorativo, la formazione ha invece il ruolo di diffondere la conoscenza già maturata. Si è più volte detto che l'innovazione può essere sollecitata dall'attivazione di una domanda consapevole. La costruzione di una domanda consapevole vede centrale il ruolo dell'informazione e della formazione. Dal momento che la domanda, nel settore delle costruzioni, è

Conclusions

The current initiatives outline a very mixed scenario, whose operational tools (ZEB Directive, CEN, GPP, LEED certification, Protocollo Itaca, EPD, The Construction Products Regulation (EU) No 305/2011), borned in different contexts and with different purposes, based on the initiative of different bodies, are often in competition, if not in conflict with each other (even in the public and regulatory). The multiplicity of approaches, interpretations, verification methods derived from it, while contributing on multiple levels to introduce and initiate a path of sustainability in construction, may also lead to confusion and disorientation among the operators of the building process, a bit as has happened and is happening in Italy also with respect to the rules for the energy performance certificates, geographically fragmented. With the

aggravating circumstance that the environmental design is already a complex issue, much more complex than the energy issue; so it is elusive in the outcome. The European Union, seeing the proliferation of environmental assessment tools for buildings, called for an effort to harmonize them¹².

Both the laws and the operational tools address the environmental issues fragmentarily, by splitting the environment into sub themes (energy, waste, emissions, water, etc.). This often leads to search the optimization of a single aspect (eg energy saving) at the expense of others (architectural quality, quality of living spaces in terms of comfort and livability, overall environmental sustainability, overall economic sustainability and social sustainability), without a systematic approach. The LCA is a first approach to the systemic vision of environmental sustainability, because

it considers various indicators of environmental impact and makes a summary assessment of the entire life cycle. But this is not enough. In addition to the environmental dimension, it must be address the economic and social dimension. The CEN standards have addressed these two dimensions. But the approach is not complete, especially in relation to the social dimension. In addition, the theme of architectural quality is totally neglected, with a gradual erosion of time dedicated to the planning of the project and an expansion of the work related to the engineering, inspection and testing aspects. To accompany the paths of innovation in the building sector, it is necessary the support of the scientific research and of the operators training. Given the high variety of initiatives, the role of research should be to try to clarify and refine the assessment tools and deci-

sion support, as instruments capable of dealing with the issue of sustainability with a systemic approach, through the creation of multidisciplinary teams and research networks¹³. The research activity provides a favored point because disconnected from the relationship with specific situations and contingent aspects. A first scenario of research should be aimed at the verification of the effectiveness of some paths of innovation (of process, project, product) solicited from environmental improvement, through the use of instruments oriented life cycle (LCA, LCC, SLCA). A second scenario of the research is the methodological development of these instruments, particularly the ones related to the social sustainability, and the identification of possible integrations between tools created in different disciplinary contexts, paying attention to the identification of the character-

costituita a catena dagli operatori stessi, occorre incrementare i corsi di formazione permanente destinati agli operatori (progettisti, produttori, costruttori, committenti, tecnici delle Pubbliche Amministrazioni). La necessità di aumentare il numero di operatori competenti (soprattutto nelle sedi decisionali) deve però far riflettere anche sul ruolo della formazione universitaria: occorre far crescere nuove figure professionali capaci di dominare il tema ambientale e di inserirsi con ruoli diversi nelle diverse fasi del processo edilizio, in modo da disseminare gemme capaci di attivare processi virtuosi in maniera diffusa e pervasiva, rinnovando il settore. Così interpretate, le sollecitazioni derivanti dall'obiettivo della sostenibilità, con le forti ricadute in termini di modificazione dei processi, dei meccanismi di filiera, dei rapporti tra operatori, possono costituire l'occasione per un grande rinnovamento del settore edilizio: l'occasione di innalzare la conoscenza, la cultura ambientale, la cultura del progetto, la cultura del costruire e di conseguenza la qualità complessiva dell'abitare.

NOTE

¹ La centralità del tema energetico è stata ribadita nella "Tabella di marcia per l'energia 2050" [COM (2011) 885/2].

² Si pensi alle direttive "Energy using products" (2005/32/CE) ed "Energy related products" (2009/125/CE), relative all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia, oppure alla direttiva 2002/96/CE sui RAEE (rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche), che ha inserito i moduli fotovoltaici tra le apparecchiature da smaltire attraverso la raccolta differenziata e da avviare al riciclo (in Italia da giugno 2012 ogni produttore è obbligato a disporre di un adeguato servizio di riciclo degli impianti a fine vita, in base al DM del 5 Maggio 2011).

istics of the construction sector (tools often used in the construction sector are not born in it, but in other fields of application). A third scenario of research involves the identification of innovative scenarios based on the definition of Sustainable Product-Service Systems in the construction sector: in these cases, the innovation is generally related not to the product but to the modification of the relations between the operators. In particular, the introduction of new forms of partnership, vertical or horizontal, may lead to establish favorite liaison and to have a certain stability between operators traditionally called upon to interact on an occasional basis, and to raise the quality of the supply and the connections with the local territory. If the research fulfills an exploration role, on the other hand the training fulfills the role to spread the knowledge already

gained. It is often said in this paper that innovation can be stimulated by the activation of a conscious demand. The construction of a conscious demand depends by the information and training, that have a central role. Since demand, in the construction sector, is constituted by the operators, in chain, it is necessary to increase the continuing training courses for operators (designers, manufacturers, builders, contractors, technical officers of Public Administration). The need to increase the number of skilled operators (especially in the places where is developed the decision-making process), however, has to encourage reflection on the role of university education: it is necessary to grow new professionals able to dominate the environmental issues and to fit with different roles at different stages of the building process, in order to disseminate gems capable of activat-

³ La *Strategia per la competitività sostenibile del settore delle costruzioni e delle sue imprese* (COM 433/2012) pone l'obiettivo del riciclaggio/recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione (riciclato post-consumo) e il recupero delle risorse naturali sottoutilizzate (riciclato pre-consumo: scarti di lavorazione delle materie prime). Inoltre, entro il 2020 la direttiva quadro sui rifiuti prevede di riutilizzare, riciclare o recuperare il 70% dei rifiuti da costruzione e demolizione. Inoltre nei principali protocolli di valutazione ambientale degli edifici utilizzati in Italia (Protocollo Itaca e LEED) viene premiato l'uso di materiali con contenuto di riciclato. Sebbene il riciclaggio sia una strategia volta al contenimento degli impatti ambientali, non sempre da una valutazione complessiva LCA emerge un beneficio ambientale. I prodotti con contenuto di riciclato vengono promossi senza nessuna valutazione LCA degli effettivi vantaggi ambientali ottenuti e dei costi ambientali delle attività di riciclaggio.

⁴ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Decreto Interministeriale n. 135, *Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione* (PAN GPP), 2008.

⁵ Decreto 7 marzo 2012, "Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi di gara della Pubblica Amministrazione per l'acquisto di servizi energetici per gli edifici - servizio di illuminazione e forza motrice - servizio di riscaldamento/raffrescamento", G.U. n. 74 del 28 marzo 2012. L'obiettivo promosso dall'Unione Europea e sostenuto dall'Italia è quello di raggiungere la quota del 50% di appalti verdi sul totale degli appalti pubblici, tramite il monitoraggio da parte dell'Autorità per la Vigilanza sui Contratti Pubblici di lavori, servizi e forniture (AVCP).

⁶ La Provincia di Trento ha deciso nel 2009 di adottare il sistema di certificazione LEED per i propri edifici e il Servizio Opere Civili, appartenente all'Agenzia Provinciale per le Opere Pubbliche, ha, fino ad oggi, completato la realizzazione e certificazione di due scuole superiori: ampliamento dell'istituto tecnico Floriani di Riva del Garda (Gold); polo scolastico liceale, tecnico e professionale di Mezzolombardo (Gold). Altri quattro fabbricati sono attualmente in fasi diverse di certificazione: scuola d'arte Soraperra a Pozza di Fassa; ospedale di Mezzolombardo; istituto d'arte Depero a Rovereto; nuovo ospedale di Trento. Per raggiungere questo obiettivo, i capitolati delle gare d'appalto (sia nel caso di appalto integrato di progettazione ed esecuzione, sia nel caso di appalto di sola esecuzione) prevedevano la richiesta

ing virtuous processes in a widespread and pervasive way, renewing the sector. So, the stresses arising from the objective of sustainability, with their strong implications in terms of modification of processes, of mechanisms of supply chain, of relationships between operators, can be the occasion for a major renovation of the building sector: the opportunity to raise the knowledge, the environmental culture, the design culture, the culture of building and the overall quality of living.

NOTES

¹ The centrality of the energy theme was reaffirmed in the "Roadmap for Energy 2050" [COM (2011) 885/2].

² Think about the Directives "Energy using products" (2005/32/EC) and "Energy related products" (2009/125/EC), which provide with consistent EU-wide rules for improving the environmental performance of energy related products, or about the Directive 2012/19/EU on WEEE Recast (Waste Electrical and Electronic Equipment), which inserted the PV panels between the equipment to be disposed through the waste collection and recycling (in Italy from June 2012 every PV manufacturer is obliged to have an adequate recycling service of the PV panels at the end of life, according to the Decree of May 5, 2011).

³ The Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector

di soddisfare le specifiche tecniche volte ad ottenere la certificazione LEED dell'opera realizzata. Questo processo ha portato la stazione appaltante ad avvalersi di un consulente LEED AP per definire le specifiche tecniche da inserire nei capitolati di appalto e seguire l'iter di certificazione e ha indotto imprese aggiudicatrici ad avvalersi di un LEED AP in grado di guidare le scelte progettuali e costruttive al fine di soddisfare le richieste della gara d'appalto.

⁷ Le norme tecniche ISO elaborate dal TC59/SC17 "Sustainability in building construction" sono: ISO 15392:2008 "General principles"; ISO 21931-1:2010 "Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works. Part 1: Buildings"; ISO 21929-1:2011 "Sustainability indicators. Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings"; ISO 21930:2007 "Environmental declaration of building products". Le norme tecniche CEN elaborate dal TC350 "Sustainability of Construction Works" sono: EN 15643-1:2010 "Sustainability assessment of buildings. Part 1: General framework"; EN 15643-2:2011 "Assessment of buildings. Part 2: Framework for the assessment of environmental performance"; EN 15643-3:2012 "Assessment of Buildings. Part 3: Framework for the assessment of social performance"; EN 15643-4:2012 "Assessment of Buildings. Part 4: Framework for the assessment of economic performance"; EN 15978:2011 "Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method"; CEN/TR 15941:2010 "Environmental product declarations. Methodology for selection and use of generic data"; EN 15804:2012 "Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products"; EN 15942:2011 "Environmental product declarations. Communication format business-to-business".

⁸ Proprio per poter integrare la valutazione LCA nel Protocollo Itaca, è in fase di sviluppo, a livello nazionale, un progetto con capofila ITC-CNR, finanziato dalle Regioni italiane, per la definizione di una banca dati LCA dei materiali da costruzione, che verrà utilizzata per l'ottenimento di alcuni crediti del Protocollo Itaca e del Marchio di Qualità ESIT. Inoltre è stato firmato un accordo tra Itaca e Federcostruzioni per avviare il processo di sviluppo di un sistema di certificazione EPD nazionale dedicato ai prodotti per l'edilizia. Dunque le prossime versioni del Protocollo Itaca conterranno criteri LCA.

and its enterprises (COM 433/2012) aims to the recycling / recovery of construction and demolition waste (post-consumer recycled) and to the recovery of natural resources underutilized (recycled pre-consumer scraps of raw materials). In addition, by 2020, the Waste Framework Directive plans to reuse, recycle or recover 70% of construction and demolition waste. Also the main environmental assessment protocols of buildings used in Italy (Protocollo Itaca and LEED) give awards to the use of materials with recycled content. Although recycling is a strategy to minimize environmental impacts, not always an overall assessment LCA shows an environmental benefit. Products with recycled content are promoted without any LCA of the actual environmental benefits obtained and of the environmental costs of recycling activities.

⁴ Ministry for the Environment, Land and Sea, Inter-Ministerial Decree n. 135, "Action Plan for the environmental sustainability of consumption in the field of public administration (PAN GPP)", 2008.

⁵ Decree of 7 March 2012, "Adoption of minimum environmental criteria to be included in notices of Public Administration for the purchase of energy services for buildings - service of lighting and power - heating / cooling", OJ n. 74 of 28 March 2012. The objective promoted by the European Union and supported by Italy is to reach the 50% of green procurement on the total public contracts by monitoring by the Authority for the Supervision of Public Contracts for works, services and supplies (AVCP).

⁶ The Province of Trento decided in 2009 to adopt the LEED rating system certification for their buildings and the

⁹ Per approfondimenti si veda: <http://www.dgnb.de> e <http://bau-umwelt.de>.

¹⁰ Le prime EPD italiane sono state realizzate all'interno dell'INTEND project *Definizione di un sistema EPD applicabile a livello internazionale e implementazione in due stati pilota (Svezia e Italia)*, finanziato dal programma europeo Life nel 2003.

¹¹ L'USGBC sta elaborando la versione 4 di LEED. Nel draft, i criteri relativi alla sezione "Materiali e Risorse" è stata completamente modificata, sostituendo i precedenti criteri con una serie di criteri basati su informazioni LCA: nel credito MRc1 "Building life-cycle impact reduction" viene richiesto, per gli edifici di nuova costruzione, di realizzare una valutazione LCA dell'intero edificio e vengono assegnati 3 punti se si dimostra una riduzione di almeno il 10% degli impatti ambientali (GWP, ODP, AP, EP, POCP, PEInr) rispetto a una edificio di riferimento; nel credito MRc2 "Building product disclosure and optimization - environmental product declarations" viene premiato l'uso di prodotti dotati di certificazione EPD.

¹² L'Unione Europea, nell'ambito del FP7, ha recentemente finanziato alcuni progetti (tra cui SuperBuilding, Open House) il cui obiettivo è quello di individuare uno strumento europeo per la valutazione della sostenibilità degli edifici, integrando gli strumenti già esistenti e tenendo conto degli standard CEN. L'UE ha chiesto una forte collaborazione tra i diversi progetti finanziati, al fine di definire uno strumento unico.

¹³ Esempio di rete di ricerca è Rete Italiana LCA (www.reteitalianalca.it), diventata nel 2012 Associazione Scientifica, nata con lo scopo di favorire lo scambio di esperienze tra studiosi di ambiti disciplinari differenti, al fine di sviluppare metodologicamente gli strumenti di valutazione LCA. Il Politecnico di Milano è tra i soci fondatori, insieme a ENEA, Università di Bari, Università di Palermo, Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara, Università di Padova, CIRCC Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Reattività Chimica e la Catalisi.

Service Civil Works, belonging to the Provincial Agency for Public Works, has, to date, completed the construction and certification of two high schools: expansion of the technical institute Floriani di Riva del Garda (Gold); school campus high school, technical and professional Mezzolombardo (Gold). Four other buildings are in various stages of certification: art school Soraperra in Pozza di Fassa, Mezzolombardo's hospital, Art Institute Depero in Rovereto, Trento's new hospital. To achieve this goal, the specifications of the tender (both in the case of integrated procurement for design and build, both in the case of contract only to build) included the request to meet the specific techniques used to obtain LEED certification work realized. This process led the Contracting authority to take on a consultant (LEED AP) to define the technical specifications to be included

in the tender contract and to follow the certification process and led the construction companies to take on a LEED AP to guide the design and construction choices in order to meet the requirements of the tender.

⁷ The technical standards developed by ISO TC59/SC17 "Sustainability in building construction" are: ISO 15392:2008 "General principles"; ISO 21931-1:2010 "Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works. Part 1: Buildings"; ISO 21929-1:2011 "Sustainability indicators. Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings"; ISO 21930:2007 "Environmental declaration of building products". The technical standards developed by CEN TC350 "Sustainability of Construction Works" are: EN 15643-1:2010 "Sustainability as-

REFERENCES

- Blengini, G. A. (2009), "Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin -Italy", *Building and Environment*, n. 44, pp. 319-330.
- Campioli, A. e Lavagna, M. (2007), "Life cycle design in building and construction sector", in *3rd International Conference on Life Cycle Management*, Zurich.
- Campioli, A. e Lavagna, M. (2009), "I percorsi innovativi del laterizio", *Progetto Energia*, n. 56, pp. 44-48.
- Campioli, A., Giurdanella, V. e Lavagna, M. (2010), "Energia per costruire, energia per abitare", *Costruire in laterizio*, n. 134, pp. 60-65.
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), www.dgnb.de/
- Kellenberger, D. e Althaus, H. G. (2009), "Relevance of simplifications in LCA of building components", *Building and Environment*, n. 44, pp. 818-825.
- Köhler, N., König, H., Kreissig, J. e Lützkendorf, T. (2010), *A life cycle approach to buildings*, Institut für internationale Architektur-Dokumentation, Detail Green Book, München.
- European Thematic Network on Construction and City Related Sustainability Indicators (CRISP), <http://crisp.cstb.fr/>
- Lavagna, M. (2006), "EPD use in building assessment to support design strategies", in *SETAC Europe, 13th LCA Case Study Symposium*, Stuttgart, pp. 14-18.
- Lavagna, M. (2008), *Life Cycle Assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli, Milano.
- Paleari, M., Lavagna, M. e Campioli, A. (2010), "Criticità nella valutazione Life Cycle Sustainability Assessment di Zero Energy Buildings", in Morselli, L. (Ed.), *Ambiente - economia. Nel cuore delle azioni*, atti dei seminari di Ecomondo, Maggioli, Rimini, pp. 1177-1183.
- Paleari, M., Lavagna, M. e Campioli, A. (2012), "Life cycle assessment of a zero energy residential building", in *BSA 2012. Proceedings of the 1st International Conference on Building Sustainability Assessment*, Porto, pp. 641-650.
- Ventura, A. e de la Roche, C. (2012), editors, *Proceedings of the International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction*, Nantes.

assessment of buildings. Part 1: General framework"; EN 15643-2:2011 "Assessment of buildings. Part 2: Framework for the assessment of environmental performance"; EN 15643-3:2012 "Assessment of Buildings. Part 3: Framework for the assessment of social performance"; EN 15643-4:2012 "Assessment of Buildings. Part 4: Framework for the assessment of economic performance"; EN 15978:2011 "Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method"; CEN/TR 15941:2010 "Environmental product declarations. Methodology for selection and use of generic data"; EN 15804:2012 "Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products"; EN 15942:2011 "Environmental product declarations. Communication format business-to-business".

⁸Precisely in order to integrate the LCA

in the Protocollo Itaca, is under development at the national level, a project led by ITC-CNR, funded by the Italian regions, for the definition of a database LCA of building materials that will be used to obtain some credits of the Itaca Protocol and of the Quality Mark ESIT. In addition, an agreement was signed between Itaca and Federcostruzioni to start the process of developing a national system for EPD dedicated to building products. So the next versions of the protocol Itaca will contain LCA criteria.

⁹ For details, see: <http://www.dgnb.de> and <http://bau-umwelt.de>.

¹⁰ The Italian EPDs were developed firstly in the INTEND project "Definition of an EPD system that can be applied at international level and its implementation in two pilot countries (Sweden and Italy)", funded by the European program "Life" in 2003.

¹¹ The USGBC is working on version 4 of LEED. In the draft, the criteria relating to the section "Materials and Resources" has been completely changed, replacing the previous criteria with a set of criteria based on information LCA: the credit MRC1 "Building life-cycle impact reduction" requires for new construction, to carry out a LCA of the whole building and are awarded 3 points if it shows a reduction of at least 10% of environmental impacts (GWP, ODP, AP, EP, POCP, PEInr) compared to a reference building; in credit MRC2 "Building product disclosure and optimization - environmental product declarations" is awarded the use of products with EPD.

¹² The European Union, in FP7, has recently funded a number of projects (including SuperBuilding, Open House) whose objective is to identify a European instrument for assessing the

sustainability of buildings, integrating existing tools and taking into account CEN standards. The EU has called for a strong cooperation between the various funded projects, in order to define a single instrument.

¹³ An example of a network of research is the Rete Italiana LCA (www.reteitalianalca.it), that became in 2012 a Scientific Association, founded with the aim of promoting the exchange of national experiences between researchers of different disciplines, in order to consolidate and develop methodologically the LCA. The Politecnico di Milano is one of the founders of the Association, together with ENEA, Università degli studi di Bari, Università degli studi di Palermo, Università degli studi "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara, Università degli studi di Padova, CIRCC Interuniversity Consortium on Chemical Reactivity and Catalysis.