

TECNOLOGIA E MISURE VERDI VERSO UN'ARCHITETTURA RESILIENTE TECHNOLOGY AND GREEN MEASURES TO A RESILIENT ARCHITECTURE

Santina Di Salvo*

ABSTRACT - La portata degli effetti che i cambiamenti climatici comportano nei diversi territori, impone di ripensare l'attuale approccio al disegno della città. Il nuovo orientamento è diretto verso la progettazione resiliente (dal latino *resilire* cioè «rimbalzare») sostenibile, agile e antifragile che possa resistere e fare fronte alle attuali criticità. L'articolo focalizza l'attenzione sul ruolo fondamentale della tecnologia nel settore delle costruzioni per la mitigazione del microclima.

The scope of the effects that climate change implies in different territories requires a rethink of the current approach to the city's design. The new orientation is directed towards resilient design (from Latin to resilient) that is sustainable, agile and anti-fragile that can withstand current crises. The article focuses on the fundamental role of technology in the construction of microclimate mitigation.

KEYWORDS: Architettura resiliente, Materiali, Sostenibilità.
Resilient architecture, Materials, Sustainability.

Ogni anno il surriscaldamento urbano e l'inquinamento producono tre milioni di vittime in tutto il mondo e le ondate di calore continueranno ad aumentare con l'aumento esponenziale degli abitanti delle città. Entro i prossimi 40 anni, infatti, la maggior parte della popolazione mondiale vivrà nelle aree urbane e, per far fronte alle diverse esigenze abitative dell'uomo con soluzioni sostenibili, l'architettura dovrà collaborare in maniera determinante con la natura. La resilienza urbana può essere definita come la capacità di una comunità, di rimbalzare da una crisi, quale quella causata da un tragico evento naturale. Per aumentare la resilienza possiamo da una parte promuovere azioni di mitigazione e prevenzione del rischio, per ridurre l'impatto di un possibile evento eccezionale e, dall'altra, predisporre strategie progettuali per la gestione della crisi, allo scopo di ridurre i tempi e le difficoltà di recupero post-evento eccezionale.

Oggi, per chi si occupa della valorizzazione degli edifici, la vera sfida è quella di riuscire a combinare le esigenze dell'edificio, esistente o nuovo, con quelle degli occupanti, con attenzione a una gestione economica più scrupolosa al fine di limitare la richiesta di energia e l'impatto ambientale. Gli edifici sono responsabili del 40% del consumo energetico globale e svolgono un ruolo determinante nel settore dell'energia, poiché si prevede che la domanda di energia degli edifici continuerà a crescere a livello mondiale nei prossimi decenni¹. Secondo il rapporto della *International Energy Agency (IEA)* «le fonti energetiche a basse emissioni di carbonio soddisfano circa il 40% della crescita della domanda globale di energia. In alcune regioni, la rapida espansione dell'energia eolica e solare solleva questioni fondamentali circa la progettazione di mercati dell'energia e la loro capacità di garantire investimenti adeguati e affidabili a lungo termine». Quindi, anche le fonti rinnovabili crescono, ma non dappertutto nello stesso modo. La Germania è uno dei Paesi all'avanguardia in questo senso, essendosi data l'obiettivo di ridurre le emissioni dei gas serra dell'80-90% entro il 2050 e di portare le fonti rinnovabili a coprire il 60% del consumo energetico del Paese.²

In Italia, dal 2005 al 2013 le emissioni di gas serra si sono ridotte del 25% a un ritmo medio del 2,8% per anno³. Nonostante questo, Gabriele Zanini, responsabile della divisione Modelli e tec-

nologie dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (*Enea*), sottolinea che «in Italia resta ancora alto l'impatto negativo dell'inquinamento atmosferico sulla salute e gli ecosistemi»⁴. Il settore immobiliare ha un notevole impatto sul sistema dell'energia e sull'utilizzo delle risorse naturali⁵ e non si possono ignorare i danni all'ambiente che il settore edilizio ha provocato negli ultimi decenni⁶. Diventa sempre più impellente attribuire un valore economico alle risorse ambientali o, in altri termini, riferirsi agli ecosistemi per interpretare e riorganizzare le attività del settore delle costruzioni. Negli ultimi tempi alcune aziende hanno cercato di responsabilizzarsi rispetto all'impatto ambientale delle nuove costruzioni cercando di gestire meglio le risorse a disposizione, costruendo con prodotti naturali e non tossici al fine di garantire una salubrità maggiore degli ambienti.

L'efficienza energetica svolge un ruolo chiave nel contesto dello sviluppo sostenibile perché contribuisce al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni di CO₂, considerata il principale gas responsabile del cambiamento climatico⁷, favorendo il benessere psicofisico e mentale degli occupanti l'edificio.⁸

Obiettivi di ricerca - Il presente articolo mette in evidenza il modo in cui il settore residenziale può svolgere un ruolo determinante nella mitigazione del microclima, rappresentando uno studio di base sulle caratteristiche di resilienza degli edifici realizzati con tecnologia green. Le tematiche della qualità ambientale degli spazi abitativi, dell'assenza di sostanze inquinanti, del contenimento dei consumi energetici nei fabbricati, con la conseguente riduzione delle emissioni di gas in atmosfera, assumono una crescente rilevanza. Le soluzioni resilienti sfruttano i principi del progetto bioarchitettonico che prevede l'impiego di materiali naturali e non tossici, preferibilmente di provenienza locale. La bioarchitettura, infatti, tende a esaltare il rendimento di luce e di energia solare; a evitare sperperi di acqua, calore ed energia; ad abbattere l'inquinamento elettromagnetico, chimico ed acustico; a ridurre i costi di gestione e di manutenzione. I regolamenti edilizi di nuova generazione diventano così una leva fondamentale per promuovere politiche ambientali ed energetiche innovative, mentre i Comuni italiani si pongono come luogo di elezione di una nuova progettua-



Fig. 1 - Padiglione Italia, Milano (Expo 2015).

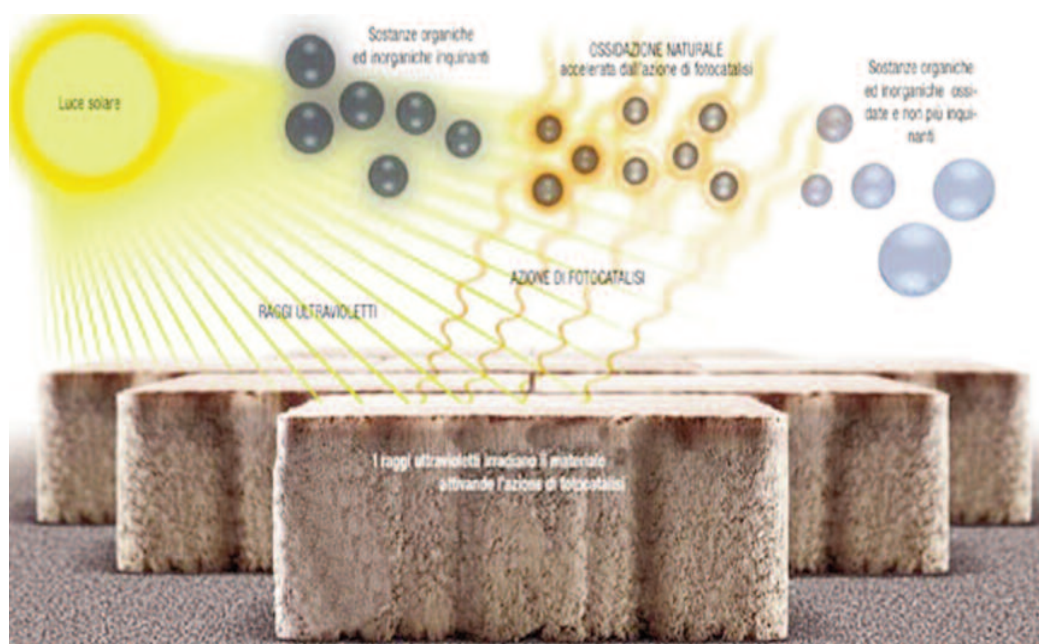


Fig. 2 - Funzionamento del cemento biodinamico.

lità che coniuga sostenibilità ambientale ed economica. I quartieri sostenibili, fino a pochi anni fa prerogativa dei Paesi del Nord Europa, cominciano a diffondersi anche in Italia. L'innovazione investe il concetto di edificio fruibile, resiliente e autosufficiente, sviluppando un sistema correlato uomo-costruzione-ambiente, in grado di adattarsi al mutamento delle condizioni esterne, mantenendo inalterato il comfort abitativo e senza l'uso eccessivo di fonti energetiche e materiali non rinnovabili.

Migliorare la qualità ambientale degli edifici, riducendo notevolmente l'impatto sull'ecosistema, a partire dal 1990, ha portato alla creazione di protocolli come il *BREEAM* nel Regno Unito, il *LEED* negli Stati Uniti e nel Canada), il *DGNB* in Germania, il *CASBEE* in Giappone, il *VERDE* in Spagna, il *GBC* (Green Building Council) in Italia, protocollo *Ithaca* (Italia), allo scopo di valutare la performance ambientale degli edifici e ridurre gli impatti ambientali di tutta la costruzione e gestione di un edificio, considerando tutte le aree di sostenibilità non solo riducendo le emissioni di CO_2 . Mentre le pratiche o le tecnologie impiegate nei *green building* sono in continua evoluzione e possono variare da una regione all'altra, persistono principi comuni che riguardano efficienza di progettazione, efficienza energetica, efficienza dei materiali, efficienza delle operazioni di manutenzione e riduzione dei rifiuti e delle sostanze tossiche.

Buone pratiche green - È recente lo studio dell'American Association for the Advancement of Science sulle cifre sconvolgenti riguardo gli effetti dell'inquinamento atmosferico. Solo nel 2013, lo smog ha causato 5,5 milioni di morti premature, uccidendo come una guerra mondiale. E il fatto che più della metà dei decessi sia localizzata in India e Cina non significa che nell'altra metà del mondo le cose vadano meglio. Il problema di certo non è nuovo, però mai come in questi anni sembra tornare di estrema attualità il tema dell'architettura mangia smog. Le soluzioni degli architetti, dei designer e dei ricercatori sono molte e

spaziano in campi anche lontani tra loro: dai materiali fotocatalitici per abbattere inquinanti e sostanze nocive in modo naturale a sistemi di filtraggio dell'aria integrati nel corpo degli edifici, passando per l'impiego di piante, arbusti e alberi particolarmente adatti contro l'inquinamento. Le buone pratiche qui descritte mostrano, grazie a un approccio metodologico congiunto di architetti, tecnologi, urbanisti e ricercatori, ma anche di cittadini impegnati in attività di riqualificazione dal basso, i risultati determinati dall'importanza di insistere sull'innovazione sostenibile attraverso cui è possibile cambiare il volto delle città.

1) *Il Padiglione Italia a Milano* - I prodotti fotocatalitici sono un'innovazione contemporanea e svolgono un ruolo importante per ridurre l'inquinamento, grazie alla loro tecnologia che gli consente di essere utilizzati in diversi casi: piastrelle, calcestruzzi, vernici e rivestimenti del pavimento (Fig. 1) Tali materiali stanno riscuotendo un forte interesse in tutta Europa, soprattutto quando sono applicati su superfici tradizionali, perché sono autopulenti, assorbono molti agenti inquinanti nell'aria e svolgono un effetto antibatterico, trasformando le superfici su cui vengono applicate in elementi multifunzionali¹⁰. Per effetto delle radiazioni solari, l'anatase, una particolare forma minerale del biossido di titanio (TiO_2), agendo da fotocatalizzatore accelera il processo di ossidazione aiutando gli agenti inquinanti a decomporsi in sali inorganici solubili in acqua, combinando l'effetto antinquinante con l'effetto antibatterico. In particolare l'ossido nitrico (NO_x), il particolato (PM_{10}) o il VOC (composti organici volatili) si trasformano in sostanze innocue, sia per gli uomini che per l'ambiente, come il nitrato di sodio ($NaNO_3$), il carbonato di sodio ($CaNO_3$) o il carbonato di calcio ($CaCO_3$). La superficie del calcestruzzo è la più utilizzata per il processo di fotocatalisi, poiché la sua porosità aiuta a massimizzare gli effetti della reazione fotocatalitica, favorendo l'assorbimento degli elementi tossici (Fig. 2).¹¹

In Italia, un importante risultato è dato dal calcestruzzo biodinamico, *i.active Biodynamic*, nato

dalla collaborazione sinergica del mondo della ricerca con l'industria e utilizzato per il rivestimento esterno del Padiglione Italia all'Expo 2015 di Milano (Figg. 3, 4). Il principio attivo fotocatalitico presente nel calcestruzzo consente di catturare alcuni inquinanti presenti nell'aria, trasformandoli in sali inerti e contribuendo così a liberare l'atmosfera dallo smog. La malta è costituita per l'80% da aggregati riciclati che danno una lucentezza superiore ai cementi bianchi tradizionali, mentre la sua dinamicità è determinata dalla formula speciale, facilmente lavorabile, che consente di ottenere forme complesse. Grazie a questa lavorabilità, *i.active Biodynamic* è in grado di penetrare nei vari interstizi garantendo una straordinaria qualità delle superfici. L'impiego di questo cemento in spazi chiusi può permettere di sfruttare le sue proprietà antibatteriche in ambienti interni come mense, alberghi, ristoranti, ospedali e in generale in ambienti speciali con contaminazione biologica controllata.

2) *Il Bosco verticale a Milano* - Per creare un nuovo equilibrio ambientale e sociale, si auspica che nel prossimo futuro molte città saranno convertite in città verdi, con un impatto decisivo sui livelli di inquinamento (Figg. 5-7). La foresta verticale è un modello per un edificio residenziale sostenibile, di riforestazione metropolitana che contribuisce alla rigenerazione dell'ambiente e della biodiversità urbana, senza implicare l'espansione delle città¹². Il primo esempio di densificazione verticale del verde è stato realizzato nel centro di Milano. Si tratta di un bosco verticale, disegnato dall'architetto Andrea Boeri, costituito da due torri residenziali di m 110 e 76 di altezza, che ospita nelle due terrazze 900 alberi e oltre 20.000 piante tra arbusti e fiori, distribuiti secondo l'esposizione solare in facciata. In termini di densificazione urbana, il bosco verticale è l'equivalente di un'area di una casa unifamiliare di quasi 75.000 m². La enorme facciata verde, creata dalle piante, riduce la CO_2 in sospensione nell'aria, produce ossigeno e combatte l'inquinamento acustico e l'effetto isola di calore.

In sostanza, una foresta verticale aiuta a creare un ecosistema urbano in cui un diverso tipo di vegetazione in un ambiente verticale può anche essere attrattore di volatili e insetti, divenendo simbolo di una ricostruzione e vivibilità naturale della città¹³. Questo progetto innovativo, vincitore di molti riconoscimenti, tra cui il *Premio Internazionale Highrise* nel 2014, mostra come la creazione di una serie di foreste verticali in città può creare una rete di corridoi ambientali e dare vita a parchi, congiungendo spazi di viali e giardini e intrecciando le diverse aree di vegetazione spontanea. Un bosco verticale, pensato in tutte le grandi città, oltre a contribuire alla mitigazione del microclima, diventa un *landmark* in grado di essere oggi rappresentativo di nuovi paesaggi variabili che cambiano il loro aspetto all'alternarsi delle stagioni, offrendo una visione-versione rinnovata e mutevole della città metropolitana.

3) *L'Heal-Berg in California* - Nato da un'idea dei progettisti Luca Beltrame e Saba Nabavi Tafreshi dell'Università della California, l'*Heal-Berg*, premiato con una menzione d'onore nell'*EvoLo Skyscraper Competition 2017*, è il futuristico grattacielo della salute che riprende le forme di un ice-



Figg. 3, 4 - Montaggio dei pannelli di cemento biodinamico i.active Biodynamic nel Padiglione Italia a Milano (Expo 2015).

berg, spaziale, asettico e minimalista, ma con un *core* verde e multi sfaccettato (Fig. 8). È stato pensato come un eco-grattacielo galleggiante in grado di purificare e guarire l'ambiente, e invertire gli effetti dei cambiamenti climatici. Infatti il grattacielo respira l'anidride carbonica presente nell'atmosfera ed espira ossigeno, grazie ad una nuova tecnologia laser che innesca un processo in grado di spezzare le molecole di diossido di carbonio e ottenere atomi di ossigeno. Il secondo aspetto sul quale si concentra la filosofia della struttura è invece la produzione di energia tramite lo sfruttamento di flussi d'acqua a diversa salinità e del vento che viene incanalato in turbine grazie ai profili aerodinamici dell'edificio. Quindi le tecnologie rinnovabili rendono il grattacielo autosufficiente sul fronte energetico. «La visione per l'*Heal-Berg* - come si legge nella presentazione del progetto - è quella di creare complessi indipendenti (in termini di energia e mobilità), progettati per fermare, guarire e invertire il processo di cambiamento climatico e il suo impatto sulla Terra. Siamo andati in missione per raccogliere alcune delle più recenti innovazioni tecnologiche provenienti da tutto il mondo, e combinarle assieme come elementi di un'inclusione più grande che operano insieme per raggiungere un obiettivo, la sopravvivenza»¹⁴. Progetti come questo dimostrano come sia in atto una presa di coscienza da parte degli addetti ai lavori e come le iniziative che puntano a ridurre l'impronta ecologica degli abitanti nelle città arrivino da diversi Paesi, con soluzioni efficaci e dall'impatto visivo sorprendente.

Conclusioni - La sensibilizzazione sulla tecnologia green è in aumento in Italia e, in accordo con USGBC, il Green Building Council GBC Italia sta svolgendo un ruolo cruciale per la trasposizione delle linee guida americane in base al contesto culturale locale e ai regolamenti italiani, per promuovere il sistema di certificazione LEED®, *Leadership in Energy and Environmental Design*, e accelerare la diffusione di una cultura sostenibile nel mercato delle costruzioni attraverso l'uso di materiali sostenibili¹⁵. Una crescita intelligente,

più competitiva e più efficiente sotto il profilo delle risorse, si fonda sullo sviluppo di un'economia basata sulla conoscenza e l'innovazione, perché in Italia il settore residenziale richiede un radicale miglioramento delle prestazioni in termini di resilienza, efficienza energetica, mitigazione degli impatti ambientali e miglioramento della qualità della vita. Incoraggiare la creazione di edifici sostenibili, ricercare forme di minore inquinamento non corrisponde a ridurre i livelli qualitativi dell'abitare; al contrario i criteri proposti mirano alla sostenibilità complessiva degli interventi e al miglioramento delle condizioni di benessere e salubrità negli ambienti costruiti¹⁶. Le buone pratiche dei green-eco-building appartengono ad ambiti di ricerca dall'impatto potenzialmente rivoluzionario sui nostri tessuti urbani e, al tempo stesso, sulle nostre strutture di governo, su quelle professionali, sui nostri sistemi formativi e di ricerca. La città contemporanea è una città complessa e pertanto richiede formazione e strategie adatte alla complessità.

L'industria europea è alla ricerca di soluzioni innovative per affrontare mercati nuovi, in grande evoluzione e le città europee possono costituire vere e proprie piattaforme di sperimentazione su cui verificare le applicazioni, confrontarle, misurarle negli impatti sociali ed economici, proporle su ampia scala al mercato interno e alle prepotenti economie emergenti. Da questa analisi si comprende quale può essere il ruolo centrale che le Regioni e gli Enti locali in Italia assumono nel raggiungimento degli obiettivi, attraverso l'emanazione di strumenti che, da un lato, impongano e, dall'altro, facilitino l'innovazione ambientale del sistema del costruire. Le azioni innovative si fondano anche sulla crescente sensibilità dell'opinione pubblica, dei media, della politica locale e internazionale nei confronti della questione dei cambiamenti climatici, e dovrebbero essere considerate attentamente nelle politiche energetiche italiane in cui esiste un mercato, ancora scettico riguardo alle questioni legate alla sostenibilità, ma che ha un grande potenziale per il futuro. Il presente articolo mostra come le competenze e le

conoscenze dei materiali *green* e le sperimentazioni possano trasformare il futuro delle nostre città e dell'ambiente, e costituire uno strumento continuo per una diffusione costante e più efficace dei concetti di sostenibilità nell'industria delle costruzioni, capace di innescare circoli virtuosi per la salvaguardia dell'ambiente con importanti ricadute in termini di decarbonizzazione.

ENGLISH

Every year, urban overheating and pollution produce three million victims worldwide and the heat waves will continue to increase with the exponential increase of city dwellers. By the next 40 years, most of the world's population will live in urban areas and, in order to meet the diverse housing needs of humans with sustainable solutions, architecture will have to work decisively with nature. Urban resilience can be defined as the ability of a community to rebound from a crisis, such as that caused by a tragic natural event. To increase resilience, we can, on the one hand, promote mitigation and risk prevention measures to reduce the impact of a possible exceptional event and, on the other hand, to set up crisis management planning strategies in order to reduce the time and Exceptional post-event recovery difficulties.

Today, for those who are building up the value of the buildings, the real challenge is to be able to combine existing or new building requirements with those of occupants, with a focus on more scrupulous economic management in order to limit the demand for Energy and environmental impact. Buildings are responsible for 40% of global energy consumption and play a decisive role in the energy sector, as building energy demand is expected to continue to grow globally over the next decades¹. According to the International Energy Agency (IEA) report, «low carbon energy sources meet about 40% of the growth in global energy demand. In some regions, the rapid expansion of wind and solar energy raises fundamental questions about designing energy markets and their ability to ensure adequate investment and long-term reliability». So,



Fig. 5, 6, 7 - Il bosco verticale a Milano.

renewable sources also grow, but not everywhere in the same way. Germany is one of the leading countries in this regard, given that the goal is to reduce greenhouse gas emissions by 80-90% by 2050 and to bring renewable sources to cover 60% of the country's energy consumption.²

In Italy, from 2005 to 2013, greenhouse gas emissions fell by 25% at an average rate of 2.8% per year³. Despite this, Gabriele Zanini, head of the Model and Technology division of the National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (Enea), stresses that "the negative impact of air pollution on Health and ecosystems"⁴. The real estate sector has a major impact on the energy system and the use of natural resources⁵ and can not ignore the environmental damage that the construction industry has caused in recent decades⁶. It is increasingly important to attribute economic value to environmental resources or, in other words, refer to ecosystems to interpret and reorganize the activities of the construction industry. Recently, some companies have been trying to empathize with the environmental impact of new buildings by trying to better manage the resources available, building on natural and non-toxic products to ensure greater healthiness in environments.

Energy efficiency plays a key role in the context of sustainable development because it contributes to energy saving and CO₂ reduction as the main gas responsible for climate change⁷, favoring the psychophysical and mental well-being of occupants of the building.⁸

Objectives - This article highlights how the residential sector can play a decisive role in mitigating the microclimate, providing a basic study of the resilience characteristics of buildings built with green technology. The issues of environmental quality of living spaces, the absence of pollutants, the containment of energy consumption in buildings, and the consequent reduction of the emissions of atmospheric gas, are becoming

increasingly important. Resilient solutions exploit the principles of the bio-architectural design that involves the use of natural and non-toxic materials, preferably of local origin. In fact, bio-architecture tends to enhance the efficiency of solar and solar energy; to avoid spilling water, heat and energy; to break down the electromagnetic, chemical and acoustic pollution; to reduce management and maintenance costs. New generation building regulations thus become a major lever to promote innovative environmental and energy policies, while the Italian municipalities are a place of choice for a new design that combines environmental and economic sustainability. Sustainable neighborhoods, until a few years ago the prerogative of the countries of northern Europe, begin to spread also in Italy. Innovation invests in the concept of building usable, resilient and self-sufficient by developing a man-building-environment-related system that is able to adapt to the changing of external conditions, maintaining unaltered living comfort and without excessive use of energy and materials non-renewable.

Improving the environmental quality of buildings by significantly reducing the impact on the ecosystem since 1990 has led to the creation of protocols such as BREEAM in the United Kingdom, LEED in the United States and Canada, DGNB in Germany, CASBEE in Japan, GREEN in Spain, GBC (Green Building Council) in Italy, Ithaca Protocol, for the purpose of assessing the environmental performance of buildings and reducing the environmental impacts of all construction and management of a building. All areas of sustainability not only reduce CO₂ emissions. While green building practices or technologies are constantly evolving and may vary from one region to another, common principles continue to relate to design efficiency, energy efficiency, material efficiency, maintenance efficiency and waste reduction, and Of toxic substances.

Good Green Practices - The American Association for the Advancement of Science's recent study on shocking figures about the effects of air pollution. Only in 2013, smog has caused 5.5 million premature deaths, killing as a world war. And the fact that more than half of the deaths are located in India and China does not mean that things in the other half of the world are better. The problem of course is not new, but never as in recent years seems to come back to the extreme news the theme of architecture eats smog. The solutions of architects, designers and researchers are many and range in far-off fields: from photocatalytic materials to knock down pollutants and substances naturally naturally into air filtering systems integrated into the building's body. Use of plants, shrubs and trees particularly suitable for pollution. The good practices described here show a joint methodological approach by architects, technologists, urbanists and researchers, as well as citizens engaged in retraining from the bottom, the results of the importance of insisting on sustainable innovation through which it is possible change the face of cities.

1) The Pavilion Italia in Milan - Photocatalytic products are a contemporary innovation and play an important role in reducing pollution, thanks to their technology that allows them to be used in several cases: tiles, concrete, paint and floor coverings (Fig. 1). These materials are attracting a lot of interest throughout Europe, especially when applied to traditional surfaces because they are self-cleaning, absorb many pollutants in the air and play an antibacterial effect by transforming the surfaces on which they are applied in multifunctional elements¹⁰. Due to solar radiation, anatase, a particular titanium dioxide (TiO₂) mineral form, by means of a photocatalyst accelerates the oxidation process by helping pollutants decompose into water-soluble inorganic salts by combining the anti-pollution effect with I Antibacterial effect. In particular, nitric oxide (NOx), particulate matter (PM10) or VOC (volatile organic compounds) are transformed into innocuous substances, both for humans and for the environment, such as sodium nitrate (NaNO₃), carbonate Sodium (CaNO₃) or calcium carbonate (CaCO₃). The surface of the concrete is the most used for the photocatalysis process, since its porosity helps to maximize the effects of photocatalytic reaction, favoring the absorption of toxic elements (Fig. 2).¹¹

In Italy, an important result is given by biodynamic concrete, i.active Biodynamic, born of the synergic collaboration of the research world with industry and used for the outer coating of the Padiglione Italia at Expo 2015 in Milan (Fig. 3, 4). The photocatalytic active ingredient present in the concrete allows capturing some pollutants in the air, transforming them into inert salts and thus helping to release the atmosphere from the smog. Mortar is made up of 80% by recycled aggregates that give a gloss more than traditional white cements, while its dynamism is determined by the special formula, easily machinable, resulting in complex shapes. Thanks to this machinability, i.active Biodynamic is able to penetrate the various interstices ensuring an extraordinary surface quality. The use of this cement in enclosed



spaces can allow its antibacterial properties to be exploited in indoor environments such as canteens, hotels, restaurants, hospitals and in general in special environments with controlled biological contamination.

2) Vertical Woods in Milan - To create a new environmental and social balance, it is hoped that many cities will be converted into green cities in the near future, with a decisive impact on pollution levels (Fig. 5-7). Vertical forest is a model for a sustainable residential building, metropolitan reforestation that contributes to the regeneration of the environment and urban biodiversity, without implying the expansion of cities. The first example of vertical densification of greenery was made in the center of Milan. It is a vertical forest, designed by architect Andrea Boeri, consisting of two residential towers of 110 and 76 in height, which houses 900 trees in the two terraces and over 20,000 plants between shrubs and flowers, distributed according to solar exposure in facade. In terms of urban densification, the vertical forest is the equivalent of an area of a single-family house of nearly 75,000 m². The huge green facade, created by plants, reduces CO₂ in air suspension, produces oxygen and fights acoustic pollution and heat island effect.

In essence, a vertical forest helps to create an urban ecosystem where a different type of vegetation in a vertical environment can also be the attraction of birds and insects, thus becoming a symbol of a natural reconstruction and livability of the city¹³. This innovative project, winner of many awards, including the Highrise International Award in 2014, shows how creating a series of vertical forests in the city can create a network of environmental corridors and create parks, combining spaces of avenues and gardens and intertwining the different areas of spontaneous vegetation. A vertical forest, designed in all major cities, as well as contributing to the mitigation of microclimate, becomes a landmark that can be today representative of new, changing landscapes

that change their appearance to the alternation of seasons, offering a revised vision and version Changeable of the metropolitan city.

3) Heal-Berg in California - Born from an idea by designers Luca Beltrame and Saba Nabavi Tafreshi from the University of California, Heal-Berg, awarded with an honorary mention at the 2017 Skyscraper Evolution Competition, is the Futuristic skyscraper of health that resembles the forms of an iceberg, spatial, aseptic and minimalist, but with a green and multi faceted core (Fig. 8). It has been thought of as a floating eco-skyscraper able to purify and heal the environment, and reverse the effects of climate change. In fact, the skyscraper breathes the carbon dioxide present in the atmosphere and exhales oxygen, thanks to a new laser technology that triggers a process that breaks down the carbon dioxide molecules and obtains oxygen atoms. The second aspect that focuses on the structure philosophy is the production of energy through the exploitation of different salinity and wind streams that are channeled into turbines thanks to the aerodynamic profiles of the building. So renewable technologies make the self-sufficient skyscraper on the energy front. "The vision for Heal-BERG - as stated in the presentation of the project - is to create independent (in terms of energy and mobility) complexes designed to stop, heal and reverse the climate change process and its impact on Land. We went on a mission to gather some of the latest technological innovations from all over the world and combine them together as elements of a larger inclusion that work together to achieve a goal, survival"¹⁴ Projects like this show how awareness of work is being done and how initiatives aimed at reducing the ecological footprint of people in cities come from different countries, with effective solutions and surprising visual impact.

Conclusions - Green technology awareness is rising in Italy and, in agreement with USGBC, the Green Building Council GBC Italia is playing a

crucial role in transposing US guidelines based on the local cultural context and Italian regulations, to promote The LEED® Certification System, Leadership in Energy and Environmental Design, and accelerate the diffusion of sustainable culture in the construction market through the use of sustainable materials¹⁵. Intelligent, more competitive and more resource-efficient growth is based on the development of a knowledge-based economy and innovation, because in Italy the residential sector requires a radical improvement in performance in terms of resilience, energy efficiency, Mitigation of environmental impacts and improvement of the quality of life. Encouraging the creation of sustainable buildings, seeking forms of less pollution does not match the quality levels of living; on the contrary, the criteria proposed aim at the overall sustainability of interventions and the improvement of the conditions of wellbeing and health in the built environment¹⁶. The good practices of green-eco-building belong to research potentials with potentially revolutionary impact on our urban tissues and at the same time on our government structures, professional ones, our training and research systems. The contemporary city is a complex city and therefore requires training and strategies suited to complexity.

European industry is looking for innovative solutions to deal with new and emerging markets, and European cities can be a real platform for experimentation to test applications, compare them, measure them in social and economic impacts, propose them on a large scale to the internal market and emerging economies. From this analysis we can understand what the central role of the Regions and Local Authorities in Italy is in the achievement of the objectives through the emanation of instruments which, on the one hand, require and on the other to facilitate environmental innovation of the building system. Innovative actions also build on the increasing sensitivity of public opinion, the media, local and international politics to climate change issues, and should be carefully considered in the Italian energy policies

where there is a still skeptical market about issues linked to sustainability, but which has great potential for the future. This article shows how the skills and knowledge of green materials and experiments can transform the future of our cities and the environment and constitute a continuous tool for a steady and more effective diffusion of the concepts of sustainability in the construction industry, capable of triggering virtuous circles for the preservation of the environment with important consequences in terms of decarbonisation.

REFERENCES

- 1) Ibn-Mohammed T., Greenough R., Taylor S., Ozawa-Meida L. e Acquaye A. (2013), *Operational vs. embodied emissions in buildings - a review of current trends*. Energy Build.
- 2) Pulcinelli, C., *La domanda di energia è destinata a crescere*, Micron/energia (documento web).
- 3) "I dati sulle emissioni serra in Italia", document available at: <http://www.comitatoscienfifico.org/temi%20CG/clima/datitaliani.htm>.
- 4) "Rapporto sugli effetti dell'inquinamento dell'aria", document available at: <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-volumi/v2017-activities-on-air-pollution-in-italy.pdf>.
- 5) Cabeza, L.F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G. e Castell, A. (2014), *Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: a review*. Renewable Sustainable Energy.
- 6) Zuo, J. e Zhao, Z.Y. (2014), *Green building research-current status and future agenda: a review*. Renewable Sustainable Energy.
- 7) Echevarria Huaman, R. N. e, Xiu Jun, T. (2014), *Energy related CO2 emissions and the progress on CCS 6 projects: a review*. Renewable Sustainable Energy.
- 8) Wada, K., Akimoto, K., Sano F., Oda, J. e Homma T. (2012), *Energy efficiency opportunities in the residential sector and their feasibility*. Energy.
- 9) Yong Han, A. e Pierce, A.R. (2007), *Green Construction: Contractor Experiences, Expectations, and Perceptions*, Journal of Green Building, vol. 2, n. 3.
- 10) "Cemento biodinamico", document available at: <http://www.italcementi.it/it/palazzo-italia-expo-2015>.
- 11) De Martino, E. (2016), *Palazzo Italia Expo: soluzioni costruttive innovative poste al vaglio di un'analisi critica*. Tesi di Laurea Università di Bologna, Corso di Studio in Ingegneria civile.
- 12) Boeri, S. (2015) *Un bosco verticale. Libretto di istruzioni per il prototipo di una città foresta*. Guido Musante (cur.), Azzurra Muzzonigro, Corraini Edizioni.
- 13) Giacomello, E. e Valagussa G., (2015), *Vertical Greenery: evaluating the High-Rise Vegetation of the Bosco Verticale, Milan Chicago*, CTBUH.
- 14) "The coolest futuristic skyscrapers that will (probably) never be built", document available at: <http://www.telegraph.co.uk/travel/galleries/incredible-futuristic-skyscrapers-that-never-be-built-evolo-competition/heal-berg-a-reverse-climate-changing-machine/>
- 15) "Green Building Council Italia", document available at: <http://www.gbccitalia.org/risorse/265?locale=it>.
- 16) Boeri, S., *op. cit.*



Fig. 8 - Rendering del grattacielo Heal-Berg, California.

*SANTINA DI SALVO è architetto, Ricercatore, Docente di Tecnologia dell'Architettura, e afferisce al Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo. I suoi interessi sono rivolti soprattutto alle questioni legate alla valorizzazione dei Beni Culturali e del patrimonio edilizio attraverso l'uso di tecnologie innovative, con particolare attenzione alla efficienza energetica, al mantenimento del comfort abitativo e al miglioramento dell'inclusione sociale, a cui ha dedicato articoli pubblicati su riviste scientifiche nazionali e internazionali. Cell. +39 328/30.34.424. Mail: santina.disalvo@unipa.it.