

Sergio Croce,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

sergio.croce@polimi.it

«L'opera d'Architettura trascende l'architetto, va oltre l'istante in cui si compie la sua costruzione, e dunque può essere contemplata sotto le luci mutevoli della storia senza che la sua identità si perda con il trascorrere del tempo» (Moneo, 1999).

Il rapporto tra l'opera di Architettura e le condizioni generate dal tempo nel suo fluire e dalle conseguenti mutazioni è sempre stato un argomento dibattuto, centrato in particolare sul tema della salvaguardia dei fattori identitari dell'architettura storicizzata, dell'architettura moderna e sui necessari strumenti culturali, processuali, tecnici.

Tale dibattito non sembra oggi far parte del bagaglio concettuale che sta alla base del progetto, anche se l'ispirazione del progettista, più o meno inconscia, è nutrita dall'idea che l'opera possa avere una durata indefinita.

Moneo affronta il tema dei caratteri identitari dell'opera di architettura e delle condizioni per la sua conservazione. Egli ritiene che si possa parlare di "*timeless architecture*", con tutte le relatività del caso, a patto che l'architetto in fase progettuale si ponga tale obiettivo e si faccia carico della vita solitaria dell'edificio, quando cioè non sarà più di suo dominio, mettendo in campo tutte le sue professionalità, per creare condizioni tali che il trascorrere del tempo non ne alteri l'ispirazione.

Egli in particolare porta l'attenzione su aspetti progettuali come la flessibilità, la multi-funzionalità degli spazi e, per quanto riguarda gli aspetti esteriori, sulla "compattezza" del fabbricato, in quanto elementi che giocano a favore del controllo dell'obsolescenza identitaria.

La posizione concettuale di Moneo dovrebbe essere quindi ispiratrice di una eguale attenzione progettuale verso altri aspetti,

oggi altrettanto critici, che riguardano le mutazioni fisiche e prestazionali del sistema costruttivo, progressivamente aggravate dalle incipienti mutazioni delle forzanti climatiche ambientali dovute al *global warming*.

L'introduzione del concetto di adattamento nella dimensione temporale del progetto di architettura assume una nuova rilevanza e costituisce eticamente e socialmente un obiettivo ineludibile che innesta nuove complessità.

La complessità costituisce il paradigma di questi tempi, condiziona ogni settore e disciplina, coinvolgendo il campo ambientale, sociale, culturale, produttivo e naturalmente anche l'architettura dei quali è parte interattiva.

In particolare, i temi della sostenibilità, della riduzione dell'impatto del costruito sull'ambiente, della riduzione del fabbisogno energetico hanno attivato attenzioni progettuali crescenti. In ragione di ciò negli ultimi anni, con un trend di sviluppo senza precedenti, sono comparsi sul mercato nuovi materiali, componenti, sistemi costruttivi, nuove procedure di controllo che hanno determinato un cambiamento radicale nel mondo della progettazione esecutiva.

Ciò che manca ancora è una visione, una strategia altrettanto radicale che sappia orientare e supportare il progetto e il mondo delle costruzioni nei riguardi del tema dell'adattamento agli effetti degli oramai visibili e progressivi cambiamenti climatici.

L'impressione è che oggi il progetto per gli aspetti tecnologici si muova mediamente su assemblaggi di pura coerenza geometrica, di soluzioni preconfezionate, non necessariamente coerenti tra di loro, di gadget tecnologici di tendenza, ovvero soluzioni basate su singole esperienze certamente lodevoli, magari legger-

ARCHITECTURE AND ADAPTATION

«The architectural work transcends the architect, goes beyond the moment in which its construction takes place, and therefore can be contemplated under the changing lights of history without its identity being lost with the passage of time» (Moneo, 1999).

The relationship between the work of architecture and the conditions that stem from the passing of time, together with the ensuing changes, has always been subject of discussion. This debate has focused, in particular, on the safeguarding of the identity of architecture from a historical perspective and of modern architecture, in addition to the necessary cultural, procedural and technical tools.

As of today, it appears this debate is not part of a conceptual backdrop in terms of the architectural project, even if the designer's inspiration (more or less at

the subconscious level) is fuelled by the idea that the work may have an indefinite duration.

Moneo addresses the topic of the defining characteristics of today's works of architecture and the conditions for their conservation. He holds that one can speak, within the realm of possibility, of a "timeless architecture", provided that the architect sets this objective during the design phase and is willing to shoulder the responsibility that the building will lead a solitary life when it will no longer be under the architect's sphere of influence. The architect therefore needs to put his or her full professionalism into play to secure conditions that prevent that the inspiration behind the project is altered once time passes.

The architect notably draws attention to elements of design associated to flexibility, the multi-functionality of

spaces and the necessary outer *compactness* of the building, understood as elements that contrast the obsolescence of identity.

Moneo's conceptual position should therefore inspire the same attention to design as other aspects that are just as crucial today and concern the physical and performance changes in the way buildings are constructed these days, elements that are gradually exacerbated by the incipient climate change as a result of *global warming*.

The introduction of the time dimension in the architectural design of the concept of adaptation takes on a renewed importance today and constitutes an inescapable ethical and social objective that delivers added complexity to the project.

Complexity is today's paradigm and influences all sectors and disciplines: it touches upon the environmental, so-

mente ideologiche che manifestano una sorta di conformismo culturale e regolamentare.

Una modalità progettuale basata su verifiche notarili di regolamenti, secondo una visione statica della qualità del costruito nel tempo e, parafrasando Platone, al negativo come visione immobile dell'eternità. Eppure, la disponibilità di nuove tecnologie, di conoscenze scientifiche di strumenti di analisi di simulazione, offrirebbe l'occasione per un ribaltamento concettuale del progetto, maggiormente basato sulla conoscenza della fisica dell'edificio e del suo comportamento rispetto alle varianti ambientali. La base concettuale del pensiero di Moneo, che nella sostanza inserisce tra gli obiettivi progettuali la capacità di adattamento, è quindi estremamente attuale in rapporto al previsto innalzamento delle temperature che già si avverte.

Secondo gli scenari di analisi più blandi evidenziati dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change*, nelle aree mediterranee questo trend si aggraverà via via nel tempo e nel 2050 la temperatura media potrebbe aumentare fino a 2 °C, tra il 2050 e il 2100 l'aumento potrebbe superare i 5 °C rispetto al periodo di riferimento 1961-1990.

In particolare, in estate diventeranno molto frequenti i periodi con temperature massime dell'ordine di 38 °C, causati dalle ondate di calore. Tutto ciò non potrà che fare aumentare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva degli edifici, mentre si ridurranno i giorni di attivazione del riscaldamento e i relativi fabbisogni.

Già nel 2016 nel documento "Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" del Ministero dell'ambiente veniva evidenziata la vulnerabilità dell'Italia in relazione ai rischi causati dai fenomeni meteorologici estremi.

cial, cultural and productive fields, not to mention, of course, its interaction with the architecture of buildings. In particular, themes such as sustainability, the reduction of the impact of buildings upon the environment, and the reduction of energy requirements have led to a steadily growing attention on design.

For this reason, new materials, components, construction systems and new control procedures have appeared on the market at an unprecedented pace in recent years: novelties that have set a radical change in the world of executive design, that is, the architecture of construction.

What is still missing is an approach, or, likewise, a radical strategy, that can guide and support projects and the world of construction in an effort to adapt to the effects of the now visible, yet gradual, climate change.

One gets the impression that the technological attributes of projects revolve around fittings with a purely geometric coherence, pre-packaged solutions that are not necessarily consistent with one another, trendy technological gadgets or solutions based on individual experiences. All are certainly praiseworthy, perhaps slightly ideological, but nonetheless inspiring a sort of cultural and regulatory conformism.

What emerges is a design method based on the notarial review of regulations according to a static vision of the building quality throughout time. Negatively paraphrasing Plato, here we have an immovable vision of eternity. Yet the availability of new technologies, scientific knowledge and simulation analysis tools offer the opportunity to conceptually overturn projects based more on the knowledge of the physics of buildings and their perfor-

Nel 2017 il documento veniva aggiornato con la precisazione dei target correlati agli obiettivi strategici dall'Agenda 2030. Tra questi si segnalava la necessità di promuovere interventi sperimentali di adattamento, alla scala di edificio e di quartiere.

Un target strategico di upgrade dell'attuale politica energetica, oggi basata sugli edifici NZEB a energia quasi zero, verso edifici "climate responsive" in grado di ridurre al minimo il ricorso a impianti di condizionamento e di ridurre ulteriormente la dipendenza energetica e l'impatto ambientale.

Entrando nel merito delle criticità connesse alla emergenza climatica, esse riguardano non solo aspetti attinenti all'obsolescenza fisica e prestazionale di elementi e componenti dell'involucro edilizio, ma anche e soprattutto il potenziale effetto sulle condizioni di vita, sugli aspetti, sociali, sanitari ed economici nell'ambiente costruito. Edifici quindi "climate responsive" integrati con azioni di mitigazione estiva degli spazi urbani mediante forestazioni diffuse basate sulle tecniche *blue-green* (Croce *et al.*, 2017) capaci di mantenere le temperature degli ambienti interni entro un intervallo di comfort accettabile, al fine di ridurre il ricorso a impianti di raffrescamento, in ogni caso energivori (Frank, 2005).

Come vedremo, al contrario la politica attuale affida al sistema impiantistico e alle sue progressive innovazioni il compito di sopperire alle future deficienze comportamentali degli attuali sistemi costruttivi, a prezzo di aumentare considerevolmente i fabbisogni energetici e l'impatto ambientale.

Un approccio quest'ultimo che prefigura per il futuro una vita sociale "inside" a dipendenza energetica, come avviene negli Emirati Arabi, dove strade e piazze servono per muoversi in automobile e sono prive del valore culturale, sociale che caratterizza la nostra tradizione.

mance rather than the environmental alternatives.

The conceptual foundation behind Moneo's thinking, which essentially integrates the ability to adapt to the design objectives is therefore extremely topical given the expected rise in temperatures that is already under way and involves the entire construction sector. According to the moderate scenarios outlined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the global warming trend will gradually worsen in the Mediterranean basin. In 2050, the average temperature could increase up to 2 °C and could exceed 5 °C between 2050 and 2100 compared to the reference period 1961-1990.

Summers, in particular, will frequently include intervals with temperatures up to 38°C caused by heat waves. This will only increase the energy demand for air conditioning units in buildings

during the summer. Otherwise, heating will not be turned on as often and demand will drop.

Already in 2016, the "National Strategy for Adaptation to Climate Change" report published by the Italian Ministry of the Environment emphasised Italy's vulnerability to the risks triggered by extreme weather events.

In 2017, the document was updated with targets linked to the strategic objectives of the 2030 Agenda for Sustainable Development.

These included the need to promote experimental adaptation measures at the building and neighbourhood scale. This constitutes a strategic target for the upgrade of the current energy policy, now based on NZEB (nearly zero-energy buildings), towards climate-responsive buildings that minimise the use of air conditioning and further reduce the dependency on energy and

Trent'anni, di qui al 2050, costituirebbero un sufficiente tempo tecnico se responsabilmente si volessero realizzare programmi di mitigazione veramente sostenibili.

Per quanto attiene al già citato trend di innovazione del supporto tecnologico dell'architettura, è necessario osservare che, essendo limitato il tempo del confronto con le forzanti ambientali che provocano l'obsolescenza fisica dell'opera, le nuove tecnologie possono essere caratterizzate da fragilità intrinseche o a seguito di aspetti non analizzati in fase progettuale.

Ci si riferisce ad esempio alle azioni del vento: secondo ricerche nel settore degli impianti eolici, basate su una base internazionale di dati meteo, le velocità del vento stanno aumentando e ciò è favorevole per tali impianti che produrranno più energia. Ma tali cambiamenti genereranno cicloni tropicali e tornado, in particolare nel mediterraneo.

L'aumento delle azioni del vento riguarderanno ad esempio gli aspetti strutturali dei componenti di facciata montati a secco, così come la comparsa o l'aumento del tasso di infiltrazione idrica dovute all'azione del vento associato alla pioggia.

D'altra parte, la tendenza all'aumento della temperatura potrebbe accelerare l'invecchiamento dei materiali termoplastici e incrementare le tensioni interne dovute alla dilatazione termica.

Dal punto di vista sperimentale, l'aggravamento dei tempi di esposizione alle temperature medie e massime, del contenuto medio e massimo di umidità e delle velocità di riscaldamento e raffreddamento richiedono l'aggiornamento dei metodi di prova per l'invecchiamento anche ciclico, attualmente utilizzati. È necessario quindi iniziare a studiare nuove tecniche e tecnologie che anticipino tali eventi in termini proattivi con adattamenti anticipatori o articolabili su soglie programmate di intervento,

minimise environmental impact.

Focusing on the critical issues behind the climate emergency, these concern not only those matters related to the physical and performance-related obsolescence of elements and components of the building enclosure, but also – and above all – to the potential effect on living conditions and the social, health and economic-related issues pertaining to the fabricated setting.

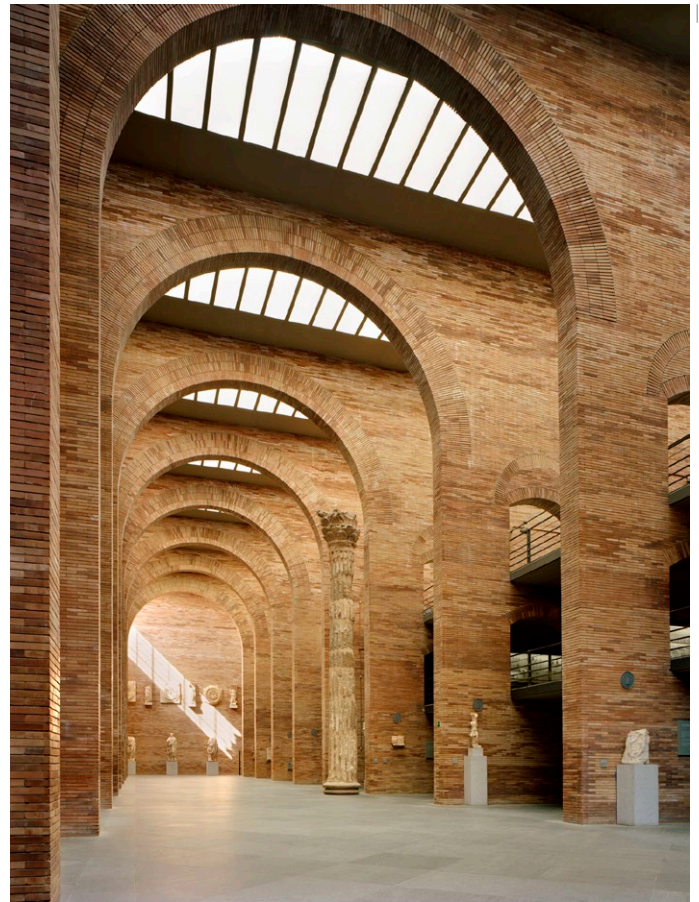
These measures need to be taken in coordination with policies connected to summer mitigation for urban living spaces by means of widespread reforestation based on blue-green techniques (Croce *et al.*, 2017) capable of maintaining the temperatures of the interior spaces within an acceptable, comfortable range, in an effort to reduce energy-intensive cooling systems (Frank, 2005).

As will be discussed later, the current policy instead relies on installations and their incremental innovations to remedy future functional deficiencies in current construction systems, an approach that considerably increases energy requirements and exacerbates the environmental impact.

This approach foreshadows a future energy-dependent, interior-based lifestyle, similar to the one seen in the Arab Emirates, where streets and squares are used to move by car and lack the cultural and social value at the basis of our traditions.

Thirty years from now, that is, from now until 2050, would be a sufficient technical time to implement truly sustainable mitigation programmes.

With regard to the aforementioned innovation trend on the technological support of architecture, it should be noted that, since the period of com-



mediante upgrade di sostituzione o di incremento prestazionale, in analogia a quanto prescrive la direttiva UE 2018/84.

Gli attuali documenti legislativi e regolamentari sul risparmio energetico italiani evidenziano una logica centrata sulla efficienza dei sistemi impiantistici riservando, all'edificio esclusivamente la funzione di controllare i flussi termici entranti e uscenti attraverso l'involucro.

Si tratta di un approccio conservativo basato sull'iperisolamen-

to con l'ambiente. In condizioni che inducono l'obsolescenza fisica della costruzione, le nuove tecnologie possono essere caratterizzate da fragilità intrinseche o a seguito di aspetti non analizzati in fase progettuale.

Questo si riferisce, ad esempio, alle azioni del vento: secondo ricerche nel settore degli impianti eolici, basate su una base internazionale di dati meteo, le velocità del vento stanno aumentando e ciò è favorevole per tali impianti che produrranno più energia. Ma tali cambiamenti genereranno cicloni tropicali e tornado, in particolare nel mediterraneo.

L'aumento delle azioni del vento riguarderanno ad esempio gli aspetti strutturali dei componenti di facciata montati a secco, così come la comparsa o l'aumento del tasso di infiltrazione idrica dovute all'azione del vento associato alla pioggia.

D'altra parte, la tendenza all'aumento della temperatura potrebbe accelerare l'invecchiamento dei materiali termoplastici e incrementare le tensioni interne dovute alla dilatazione termica.

thermoplastic materials and increase internal tension due to thermal expansion.

From an experimental perspective, additional exposure to average and maximum temperatures, the average and maximum moisture and the heating and cooling rates require that the test methods currently used for ageing, including cyclical ageing, need to be updated.

It is therefore important to start investigating new techniques and technologies that anticipate such events in a proactive manner, with adaptations that can be implemented in advance or be formulated on scheduled intervention thresholds by means of replacement upgrades or added performance, similarly to what is required by Directive (EU) 2018/844.

The current Italian legislative and regulatory reports on energy conser-

to delle chiusure opache, su una elevata resistenza termica delle parti finestrate, su guadagni diretti assurdi in edifici iperisolati, su una gestione impiantistica a finestra chiusa delle condizioni igro-termiche ambientali all'interno dell'edificio.

Un approccio certamente coerente rispetto al clima dei paesi del centro e nord Europa, dove prevale il problema invernale della conservazione di energia, ma scarsamente coerente con la climatologia dell'Italia, caratterizzata da una geografia più complessa e più varia, dove il periodo estivo è in genere quello più critico. Una climatologia che, in larga parte del paese, per molti mesi all'anno consiglierebbe un approccio dissipativo a base naturale.

La logica "impianto dipendente" della attuale regolamentazione energetica, costituisce un approccio regressivo che si scontra, come già osservato, con la cultura materiale dell'Italia, che vede nel rapporto diretto con l'ambiente esterno un valore di vita.

L'erroneità di tale approccio si evidenzia in modo sorprendente nel fatto che, per regolamento, la valutazione delle prestazioni del fabbricato, "al netto dell'efficienza dell'impianto", viene eseguita esclusivamente sull'involucro. Si esclude quindi che la costruzione nel suo complesso possa contribuire ad attenuare gli effetti dovuti alle forzanti climatiche!

Lesito di tale incolta assurdità è la proliferazione di edifici privi di masse inerziali, anche in climi meno rigidi dell'Italia, facilmente surriscaldabili nelle stagioni calde a meno del contributo di un impianto di condizionamento (per fortuna non ancora obbligatorio). E ciò nonostante la targa di efficienza energetica dell'edificio dotata di tre faccine sorridenti. Lesito di tale approccio è che in sistemi costruttivi iperisolati, ma privi di masse inerziali interne, gli apporti solari invernali possono facilmente

determinare la necessità del ricorso al raffrescamento, che si aggiunge al raffrescamento estivo dato per scontato.

Forse è tempo di sparigliare le carte e ripensare in modo creativo il modo di progettare attraverso una rivoluzione culturale fuori dalle comode ideologie e dalle semplificazioni inscritte in un esclusivo conformismo regolamentare.

Una innovazione basata su tecniche di analisi "climate proofing" orientate a ottimizzare il rapporto tra sistemi costruttivi e architettonici e spazi urbani per una qualità di vita più naturale, sfruttando la capacità adattiva dell'uomo, utilizzando i supporti scientifici della fisica degli edifici, della fisica e della biologia dell'ambiente naturale, che la ricerca ha messo a disposizione da molti anni (EEA Report, 2017; Hahn and Fröde, 2010).

L'Italia è caratterizzata da condizioni climatiche estremamente variabili con una alternanza di climi alpini, appenninici, collinari, lacustri, di pianura, marini, di campagna o urbani e che instaurano livelli e modalità di stimolazione ambientale sui sistemi costruttivi oltremodo differenti e potenzialità che sarebbe opportuno sfruttare, attraverso soluzioni adattive dove l'edificio nel suo comportamento spontaneo tenda a ridurre il tempo di funzionamento del supporto impiantistico. Sono oramai molti gli esempi di architetture *climate responsive*, a climatizzazione spontanea a cui ispirarsi; soluzioni che si basano, con un approccio ibrido, sul cosiddetto "free running" dell'edificio limitando a brevi periodi il ricorso alla soluzione impiantistica (Croce and Poli, 2007).

I principi del comfort adattivo, oramai normati dalla EN 15251:2007, le conoscenze maturate nel tempo sulla fisica dell'edificio e la disponibilità di modellazioni e simulazioni analitiche dinamiche, consentono di valutare gli edifici nella loro capacità di contribuire al controllo delle condizioni di benessere termico in estate e di gestire

vation are centred on the efficiency of installations, indicating that the building has the exclusive function of controlling the incoming and outgoing thermal flows through the enclosure.

This is a conservative approach based on over-insulating infill walls, high thermal resistance of windowed components, direct gains and the closed-window installation management of the hygrothermal environmental conditions inside the building.

The approach is certainly consistent with the climate of central and northern Europe, where energy conservation is a persistent issue in winter; however, it is not particularly consistent with Italy's climate, which features a more complex and diverse geography, where the summer period is generally considered the most critical. Italy's climate should suggest adopting

a natural dissipative approach in most parts of the country.

The "system-dependent" logic of the current energy regulation embodies a retrograde approach that clashes, as mentioned above, with Italy's tangible culture, where the direct relationship with the external environment is a way of life.

The erroneous nature of this approach is strikingly evident in the fact that, according to the regulation, the evaluation of the performance of buildings is performed exclusively on the enclosure – without taking into account the efficiency of the system. This implies that the construction as a whole cannot contribute to mitigate the effects of climate change!

This ill-informed absurdity results in the proliferation of buildings without inertial mass, even in climates that are less extreme than those of Italy: build-

ings can easily overheat in hot weather conditions unless an air conditioning system is used (thankfully, these are not yet mandatory). And this despite the building's energy efficiency plaque contains three smiley faces. This approach results in hyper-insulated construction systems lacking internal inertial masses: sun-based heating in the winter can easily require cooling, on top of the cooling needed during the summer that is taken for granted.

The time may be ripe for a fresh start. We need to creatively reconsider the principles of design by fostering a cultural revolution that lies outside comfortable ideologies and simplifications inscribed in an exclusive, regulation-based conformism.

An innovation based on climate-proofing techniques aimed at optimising the relationship between the building and architectural systems and the

urban spaces, in the quest for a more environmentally friendly quality of life. To this end, the adaptive capacity of humankind must be harnessed using the scientific foundations of building physics, general physics and the biology of the natural environment, all elements that are readily available following many years of research (EEA Report, 2017; Hahn and Fröde, 2010). Italy features significantly diverse climate conditions ranging from the Alps to the Apennines, it also includes hills, lakes, plains, seafont, countryside or urban locations that define significantly different levels and forms of environmental stimulation on the building systems. This is potential that should be harnessed using adaptive solutions, where the building, with its own performance, tends towards a reduced operating time of the installation support. Nowadays, there are many examples

in modo adattivo la tendenza alla obsolescenza prestazionale degli edifici causata dai progressivi cambiamenti climatici.

Tali potenzialità, in una visione “*climate responsive*”, dovrebbe portare ad un ripensamento dei sistemi costruttivi, verso soluzioni a climatizzazione spontanea e potenzialmente disposte ad upgrade di adattamento nel tempo.

Un ripensamento basato sullo studio di nuovi sistemi giocati progettualmente, ad esempio, su comportamenti inerziali passivi o attivi dell'edificio, su schermature dinamiche, su orientamenti e conformazioni architettoniche in grado di ridurre gli apporti solari, su impianti strutturali che non ostacolino lo sviluppo di flessibilità distributive o obiettivi di multi funzionalità, su articolazioni interne che facilitino il riscontro d'aria e la ventilazione naturale, su sporgenze di ombreggiamento, su ambienti a doppio affaccio con fronti calibrabili o disattivabili a seconda della stagione, su sistemi di potenziamento della ventilazione naturale (camini solari, facciate e coperture ventilanti, duplex a doppia altezza), su nuove articolazioni e dimensionamenti delle finestre che mettano in primo piano l'aerazione degli ambienti, su sistemi geotermici di raffrescamento dell'aria e altro ancora.

Oggi l'intelligenza dell'edificio è fatta di cablaggi, sensori, dispositivi elettronici, orientati a connettere l'utente a dispositivi di servizio (*device*) e a rendere intelligenti apparecchiature, impianti e sistemi, ma forse è venuto il momento di sperimentare nuovi impianti concettuali in grado di attribuire al sistema costruttivo, nella sua realtà fisica e geometrica, una intelligenza propria in grado di auto calibrarsi non solo rispetto alle varianti stagionali, ma anche rispetto ai progressivi cambiamenti climatici che ci aspettano.

of *climate-responsive* architecture with their own temperature regulation to draw inspiration upon. Using a hybrid approach, these solutions are based on the “free running” concept of the building, whereby the use of the system installation is limited to short periods. The principles of adaptive comfort, now regulated by the EN 15251:2007 European Standard, the knowledge gained over time on the physics of the building and the availability of models and dynamic analytical simulations allow assessing buildings to adjust convenient temperatures during the summer and adaptively maintain under control obsolescence caused by gradual climate change.

While practising a climate-responsive approach, this potential should lead to rethinking the building systems and towards self-generated temperature control solutions, where the air condi-

tioning system only turns on in case of emergency (Croce and Poli, 2007).

The study of new systems based on design should be at the centre of this renewed thinking.

For example: passive or active inertial performance of the building, dynamic shielding, architectural orientations and configurations, internal modules that facilitate air circulation and natural ventilation, projections for shade, spaces with double openings that can be calibrated or deactivated depending on the season, natural ventilation enhancement systems (solar chimneys, ventilating façades, double-height duplexes), new modules and window sizes that highlight the importance of ventilation, geothermal air cooling systems and more.

The networks, or intelligence, found in buildings today are composed of wiring, sensors and electronic devices

Alla staticità funzionale degli attuali sistemi costruttivi e al dinamismo di compensazione dei dispositivi impiantistici è oramai necessario contrapporre la possibilità di rendere intelligentemente dinamico il sistema costruttivo e i suoi componenti, per assicurare direttamente condizioni interne di benessere estivo più congeniali alla natura umana e alla sua preziosa adattività.

La barca a vela può essere il paradigma di questo approccio, un modello di riferimento per una efficienza energetica distribuita tra sistemi tecnici e organismo edilizio.

In una barca a vela l'assetto veliero muta al variare delle condizioni ambientali e il motore viene o dovrebbe essere utilizzato solo in condizioni di calma piatta. Certamente un motoscafo non potrà mai avere l'efficienza di una barca a vela anche riducendo al massimo il consumo di carburante: così è per un edificio “*climate responsive*”.

Una concezione di edificio che metta in primo piano la riduzione al minimo delle giornate di utilizzo dei sistemi impiantistici, con un rapporto edificio-impianto certamente più sostenibile e di minore impatto ambientale rispetto alla concezione politicamente corretta delle attuali convenzioni progettuali.

Molti studiosi di analisi del rischio e di analisi “*climate proofing*” hanno messo in evidenza come un adattamento basato sul concetto “*incremental is enough*” e quindi sulla ottimizzazione dell'esistente potrebbe portarci verso situazioni non sostenibili socialmente, sanitariamente ed economicamente.

Il termine “*transformational adaptation*”, adottato dall'IPCC e ben descritto nel “UE Report Urban adaptation to climate change in Europe 2016. An indicator-based report”, evidenzia l'opportunità di adottare approcci proattivi, per una ottimizzazione, se si vuole anche progressiva, del sistema edificio-spazi urbani, in

aimed at connecting the user to service devices and to provide intelligent equipment, installations and systems. Nevertheless, the time may have come to experiment with new conceptual systems which deliver their own intelligence to the physical and geometrical building system in a way that this can calibrate itself not only depending on the different seasons, but also by adjusting to the future progressive climate changes.

The functional rigidity of the present-day construction systems and the dynamism of the system devices that compensates for it must now be contrasted with the possibility of rendering the construction system and its components intelligently dynamic, in a manner that directly ensures that internal conditions are suited for summer – making an effort to adapt to human nature and its precious versatility.

The sailboat represents the paradigm of this approach: a reference model in terms of energy efficiency that is distributed between technical systems and the structure's organism.

In a sailing boat, the sail's layout changes when environmental conditions change and the engine is used, or should be used, only when waters are extremely calm. A motorboat can certainly never be as efficient as a sailboat, even if fuel consumption is reduced to a minimum: the same goes for a climate-responsive building.

The idea is a building that minimises the number of days of the installation system's operation, where the relationship between the building and the installation is more sustainable and with a lower environmental impact than the politically correct approach behind the present-day design conventions.

Many researchers who have investigat-

grado di adattarsi ai rischi climatici crescenti con il loro comportamento resiliente. Solo così il rischio del surriscaldamento delle aree urbane e dei sistemi costruttivi può diventare una occasione di ripensamento critico, riflessivo, creativo e veramente intelligente del modo di fare innovazione sia nel progetto architettonico che nello sviluppo di tecnologie efficienti di supporto (Lonsdale *et al.*, 2015).

In una situazione di peggioramento delle forzanti ambientali, come già osservato, l'impianto concettuale del sistema costruttivo architettonico dovrebbe muoversi verso la ricerca di una dinamicità funzionale e prestazionale, in grado di contrastare il peggioramento delle condizioni di benessere dell'ambiente interno.

Una dinamicità basata come già osservato anche sulla capacità naturale di adattamento dell'uomo e coerente con i comportamenti sociali più radicati nella nostra cultura di vita, dove l'involucro non è una barriera costantemente sigillata, ma uno strumento di mediazione e di contatto fisico e psicologico con l'esterno.

L'involucro è oggi concepito come una unità tecnologica bidimensionale, al contrario in termini innovativi esso potrebbe essere concepito come una unità tridimensionale, volumetrica caratterizzata da nuovi requisiti e prestazioni di adattamento.

Una unità tecnologica, costituita da componenti dotati di assetti e articolazioni variabili e manovrabili "intelligentemente" al variare delle condizioni esterne e della loro variazione progressiva, da volumi e spazi integrati di ottimizzazione della funzione di mediazione tra interno ed esterno. Una unità tecnologica "intelligente" e integrata coerentemente nel sistema edificio, giocata su articolazioni flessibili d'uso, di potenziamento della ventilazione naturale, su supporti tecnici termicamente inerziali, su tecniche

ed risk analysis and climate proofing have highlighted how an adaptation based on the concept of "incremental is enough" and the optimisation of existing structures could lead us towards situations that are finally unsustainable from a social, health and economic standpoint.

The term "transformational adaptation", adopted by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and thoroughly described in the European Environmental Agency's "Urban adaptation to climate change in Europe 2016", an indicator-based report that highlights the opportunity to adopt proactive approaches in an effort to optimise, even in a gradual manner, the systems composed of urban spaces/buildings. These actions are intended to adapt these constructions to enhance resiliency and be more prepared to face ever-increasing climate

risks. Only then can the risk of overheating in urban areas and building systems turn into an opportunity for a critical, thoughtful, creative and truly intelligent renewed way of thinking on how to innovate both the architectural design and the development of efficient support technologies (Lonsdale *et al.*, 2015).

As mentioned above, given the deteriorating environmental conditions, the architectural building system should move towards the search for a functional and performance dynamism, one that can counteract the aggravated indoor conditions.

A dynamism that revolves around, as previously noted, the natural ability of humankind to adapt and is consistent with a deeply rooted social behaviour. The building's enclosure is not a permanently sealed barrier: instead, it is an intermediary tool, providing

passive di raffrescamento e su sistemi dinamici di schermatura o di occlusione intelligenti.

Tutto ciò in una visione progettuale e regolamentare in cui l'intelligenza, la qualità adattiva sia cercata, potenziata e valutata non più sul solo edificio, ma sul sistema "edifici - spazi esterni". In aggiunta al previsto innalzamento della temperatura media per il 2050, i fenomeni dell'isola di calore e delle ondate di calore non potranno infatti che rendere oltremodo critico il surriscaldamento delle città, e quindi degli edifici, a meno di procedere congiuntamente con largo anticipo con tecniche di mitigazione "blue green", per la riduzione della forzante termica che impatta sugli edifici, come sta avvenendo in molte città del mondo.

REFERENCES

- Croce, S., Fiori, M. and Poli, T. (2017), *Città resilienti e coperture a verde*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN).
- Frank, T. (2005), "Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland", *Energy and Buildings*, Vol. 37, Issue 11, Elsevier.
- EEA Report (2017), *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*.
- Hahn, M. and Fröde, A. (2010), *Climate Proofing for Development Adapting to Climate Change, Reducing Risk*, GTZ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
- Croce, S. and Poli, T. (2007), *Case a basso consumo. Strategie progettuali per edifici a climatizzazione spontanea in Italia*, Il Sole 24 Ore, Milano.
- Lonsdale, K., Pringle, P. and Turner, B. (2015), *Transformational adaptation*, UK Climate Impacts Programme, Oxford.

a physical and psychological contact with the outside world.

Currently, the enclosure is conceived as a two-dimensional technological unit. Taking an innovative approach, instead, it could be conceived as a three-dimensional volumetric unit that features new requirements and adaptation performances.

A technological unit in essence, one that is comprised of components with variable structures and modules that can be manoeuvred as an intelligent network when external conditions change and gradually vary. A unit that is comprised of embedded volumes and unified spaces that optimise the intermediary function between the interior and the exterior. An intelligent technological unit that is coherently integrated into the building system and relies on flexible modules, natural ventilation enhancement, thermally iner-

tial technical supports, passive cooling techniques and dynamic shielding or intelligent occlusion systems.

This is entirely conceived along the lines of a design and regulatory approach in which intelligent networks and the adaptive quality is sought, enhanced and evaluated – not only in terms of the building, but referring to the system composed of the outdoor spaces/buildings.

In addition to the expected increase in the average temperature by 2050, cities, and thus buildings, will experience a critical degree of overheating as a result of phenomena such as urban heat islands and heat waves, unless blue-green mitigation techniques are adopted to reduce the thermal forces that affect buildings, something that is happening in many cities around the world.