

## Abstract

The attention that today we pay to sustainable building requires us to preserve the green of the building tradition and to recover the active role of green in the current project of living, in line with a logic of continuity between history and future. Designing and redesigning with greenery takes on significant value both on the building scale and in the design of outdoor spaces. This gives living a unique and new dimension. The use of greenery as the primary element of the building represents a design choice useful for the regulation of the microclimate, allowing to achieve conditions of lower impact than the previous ones.

Balconies, porticos, terraces and gardens are not only spaces that "widen" the domestic horizon, opening up to living in all seasons of the year. They also make it possible to control the effects of the microclimate and reduce the impact of buildings. In order for greenery to play an active role in this respect, the permeability of the ground and the horizontal surfaces constructed are necessary. These are achieved through the choice of materials and techniques that guarantee the most natural possible outflow of rainwater. Therefore, in the design logic of "measuring to know", it is necessary to have an instrument that can quantify the action of greenery. The Municipality of Bolzano has included in its building regulations the adoption of a obligatory instrument, the R.I.E. index. (Building Impact Reduction), which is applicable to all projects on existing and new buildings. This index attributes different values to materials and construction techniques and, through an algorithm, returns a value that allows the evaluation of the impact of the intervention. The aim of the article is to show, through examples and case studies, that the R.I.E. index can be a valid tool aimed at enhancing comfort, according to a synergistic vision of living and building using natural elements of places, from stone to green.

**Keywords:** Environmental quality assessment, Building Impact Reduction, Plant a tree, Recover the active role of the greenery, Thermoregulatory and anti-pollution capacity of trees

## The active role of greenery in projects

The greenery must be seen as a cultural landscape, part of a larger natural landscape, with deep roots that boast a history in the ancient process of anthropization of places and living. Living in harmony with the climate has

always found in the greenery continuous possibilities to enhance comfort, according to a combined vision of living and building, using natural elements of the place, from green to stone. The environmental protection commitment must gain, in the project approach, an active role in which the green takes on a singular importance. The use of materials, solutions and strategies that underlie the objective of sustainability is not sufficient to develop a planning action that fully meets the ethical imperative of respect for the environment. The project must not only deal with volumes and surfaces, but must also combine building quality and environmental quality, paying attention to all aspects of construction that, using urban vegetation, reduce the impact on the environment, bring benefits to the regulation of the microclimate and help in the thermal management of the built space.

A correct placement of the plants can improve the building by triggering a mechanism that leads to lower impact conditions than the previous ones and leads to a decrease in the energy needed for the management of the building. For example, green roofs increase the level of comfort, reducing the energy needed to regulate the rooms temperature and limiting sudden changes in heat and humidity. Naturalistic engineering technologies and traditional green technologies, suitably integrated with a correct management of rainwater, are useful tools for an advanced project that makes environmental requirements its strong point. In urban centres, the main causes of environmental degradation are the loss of balance in the regulation of the urban microclimate, the increase in air pollution and the difficulty of water discharge, all of which are partly due to the increase in impermeable covered areas. These areas become a heat storage battery. The warmth is captured and then radiated, heating the air mass above. After heating, the air moves with convective motions and the circulation of polluting powders starts. The heat stored by impermeable surfaces, such as asphalt or concrete, raises the temperature of the urban center because there are no thermo-hygrometric exchanges with the surrounding vegetation that allow adequate transpiration of the ground. This effect is called "heat island" and involves a local increase in temperature (from 0,5 to 3 degrees) as well as climate variations in correspondence of the urban centers. Sealed spaces help to modify the natural flow of water through the soil because

they interrupt the cycle of filtration, evaporation and evapotranspiration that is activated through the permeable surfaces. In this sense, greenery can play an active role in the project if it guarantees the most natural possible outflow of rainwater. This translates into the water protection, the climate refreshment and the air purity. The green areas restore the mechanisms of evaporation and evapotranspiration, limit the convective movements that lead to the recirculation of particles, activate the natural mechanisms of chemical purification of the atmosphere and act as a barrier of protection from noise pollution and hydrogeological instabilities. This results in enormous advantages in terms of reducing the building impact within the residential neighbourhoods and in the urban spaces between them. This shows how the green project is a response to the aspiration to a more natural and livable space. Sustainability must be a way of life, rather than a policy of promises for the future and must not be limited to an exhortation to protect the environment.

## Measure to know. Methodologies of environmental quality assessment

During the project phase, we need an indicator that can quantify the action of greenery in terms of reducing the impact of construction on the environment. This means that just as energy efficiency and behaviour are measured, so the project on a building scale must look at the parametric assessment of environmental quality. The Municipality of Bolzano has included in the building regulations the assumption of a mandatory instrument, the R.I.E. (Reduction of Building Impact) index, in order to contain the sealing of surfaces and the building impact on the environment. The R.I.E. is an index of environmental quality that certifies the quality of projects by assessing the permeability of ground and greenery [1]. The indicator is calculated by an algorithm, included in the urban planning instruments, which is easy to use. The formula is:

$$RIE = \frac{\sum_i^n S_{vi} \frac{1}{\psi_i} + (S_e)}{\sum_i^n S_{vi} + \sum_j^m S_{ij} \psi_j}$$

It distinguishes two types of surfaces, green areas ( $S_{vi}$ ) and untreated green areas ( $S_{ij}$ ), and it gives each of them different values of  $\psi$ , flow coefficients evaluated according to the characteristics of the surface, including above all the permeability. At the numerator there is a value that corresponds to the equivalent tree-



Fig.1 - Plot in via Nuova Bagnoli, Naples. Initial conditions



Fig.2 - Transformation planned for the plot in Via Nuova Bagnoli, Naples

lined surfaces (Se), calculated by the software after entering the number and type of tree. Trees are divided into three categories according to their height and the surface area covered. The indicator is between 0 and 10 and it assesses how the project can improve the

environmental status. The index takes on a value of 10 when the green infrastructures provided by the project bring high benefits, not only aesthetic but also environmental. An index of 0, on the other hand, corresponds to an intervention in which there aren't choices designed to increase the permeability of the ground and the flow of water. Thanks to the RIE index it is possible to evaluate how the realization of green areas, the use of particular categories of trees and, in general, of draining surfaces, can improve the quality of the work while reducing environmental pollution.

### Case studies: greenery to minimize the impact of buildings on the environment

The work analyzes three projects from three different urban areas, and parameterises the increases of environmental quality. In accordance with the made analyses, the assessment made with the index doesn't depend on the climatic and geographical context.

The first intervention is the transformation of a plot in the municipality of Naples, in Via Nuova Bagnoli (fig. 01). The total surface of the plot is 1169 m<sup>2</sup>, of which 844 m<sup>2</sup> are uncultivated green and 325 m<sup>2</sup> are occupied by a building. The plot also contains 5 trees of the third category, i.e. trees with a height of between 4 and 12 m, for a total area of about 100 m<sup>2</sup>. Applying the different coefficients to the surfaces, the RIE value computed for the actual

SURFACE CATEGORIES	INITIAL STATUS area (m <sup>2</sup> )	PROJECT area (m <sup>2</sup> )	BUILT	FACTOR
<b>Surfaces with greenery</b>				
<b>Gardens, lawns, agricultural and wooded areas</b>	-	655,38	N	0,10
<b>Uncultivated</b>	844,01	-	N	0,20
<b>First Category Trees</b>				
<b>Second Category Trees</b>		260 (4 trees)		
<b>Third Category Trees</b>	100 (5 trees)	280 (14 trees)		
<b>Surfaces without greenery</b>				
<b>Sealed continuous roofs &lt;3°</b>	-	23,800	Y	0,850
<b>Floor made from vertical slabs</b>	-	113,340	N	0,700
<b>Flooring with blocks, stones, slabs with sealed joints</b>	-	26,790	N	0,800
<b>Floor in macadam, roads, courtyards, squares</b>	-	179,530	N	0,350
<b>Artificial waterproof basins, ponds</b>	-	56,400	N	1,000
<b>Different articles of concrete, glass, plexiglas, etc.</b>	-	15,490	N	0,950
<b>Sheet of the roof</b>	325,000	98,280	Y	1,000
<b>RIE</b>	<b>3,695</b>	<b>7,033</b>		

Tab.1 - Comparison of RIE values for the plot in via NUOVA Bagnoli, Naples

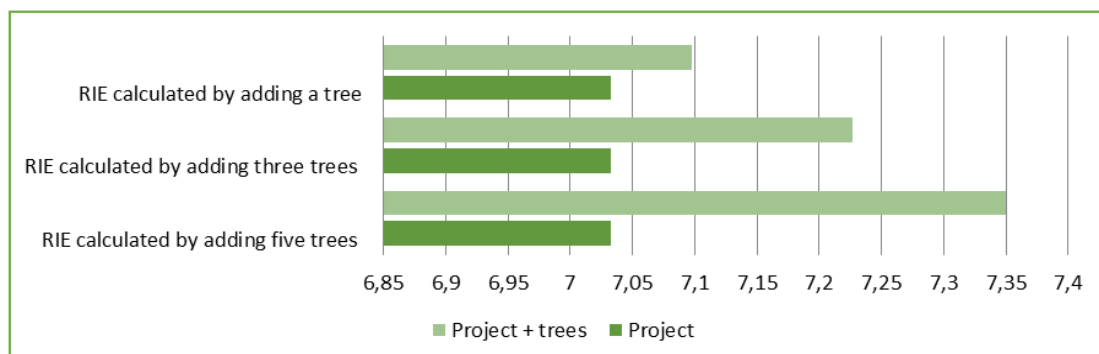


Fig. 3 - Changes in the RIE index due to the addition of trees. Case of the plot in via Nuova Bagnoli, Naples

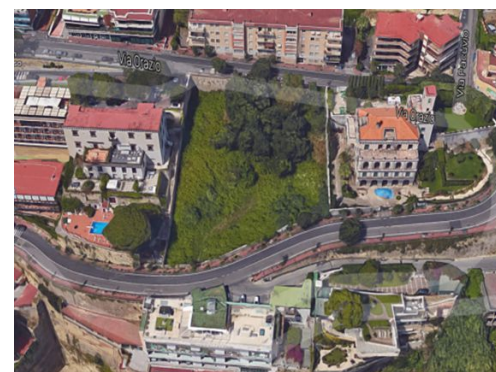


Fig.4 - Plot in via Orazio, Naples. Initial conditions



Fig.5- Transformation planned for the plot in Via Orazio, Naples

state is 3,695. Most of the areas have been transformed into greenery to demonstrate how the RIE index can certify the "environmental quality" of a project (fig. 02). A garden replaces uncultivated greenery, the built-up area is reduced and, instead of it, there are paths, draining floors and a swimming pool. The project also provides for an increase in trees area. The five trees of the third category become 14 and four trees of the second category (trees with a height between 12 and 18 m) are added for a total area of 540 m<sup>2</sup>. Thanks to the changes planned during the project phase, the RIE value reaches 7,033, exceeding the limit value of 4 imposed by the institution that developed the algorithm. Comparing the two indices (tab.01) and the algorithms developed for their calculation, it results that, among the factors that have determined the increase, the most decisive is certainly that relating to the tree-lined surfaces. Moving from 4 to 18 trees for a total area of 540 m<sup>2</sup>, the value of the numerator of the equation, and therefore of the index, increases. From this data it is easy to see how the simple implementation of the planted trees can be relevant for the improvement of the project quality and environmental quality. To support this thesis, one, three and five trees can be added to the project and the results obtained can be analysed. Thanks to the increase in the number of second category trees, the value goes up to 7,098 by adding a tree with an increase of 0.9%, to 7,227 by adding three trees with an increase of 2.8% and to 7,355 by adding five trees with an increase of 4.6% (fig. 03).

The second example refers to a plot located in Naples in via Orazio (fig. 04) which has an extension of 3360 m<sup>2</sup>. It is therefore interesting to assess whether, by constructing a residential building, and therefore by providing for a greater quantity of covered surfaces, the RIE index of the project can still be higher than the



SURFACE CATEGORIES	INITIAL STATUS area (m <sup>2</sup> )	PROJECT area (m <sup>2</sup> )	BUILT	FACTOR
<b>Surfaces with greenery</b>				
<b>Gardens, lawns, agricultural and wooded areas</b>	-	2822,56	N	0,100
<b>Uncultivated</b>	3360	-	N	0,200
<b>First Category Trees</b>				
<b>Second Category Trees</b>	650 (10 trees)	975 (15 trees)		
<b>Third Category Trees</b>	-	240 (12 trees)		
<b>Surfaces without greenery</b>				
<b>Sealed continuous roofs &lt;3°</b>	-	44,09	Y	0,850
<b>Discontinuous roofing (tiles)</b>	-	31,30	Y	0,900
<b>Stone-paved flooring</b>	-	372,05	N	0,400
<b>RIE</b>	<b>5,193</b>	<b>9,375</b>		

Tab.2 - Comparison of RIE values for the plot in via Orazio, Naples

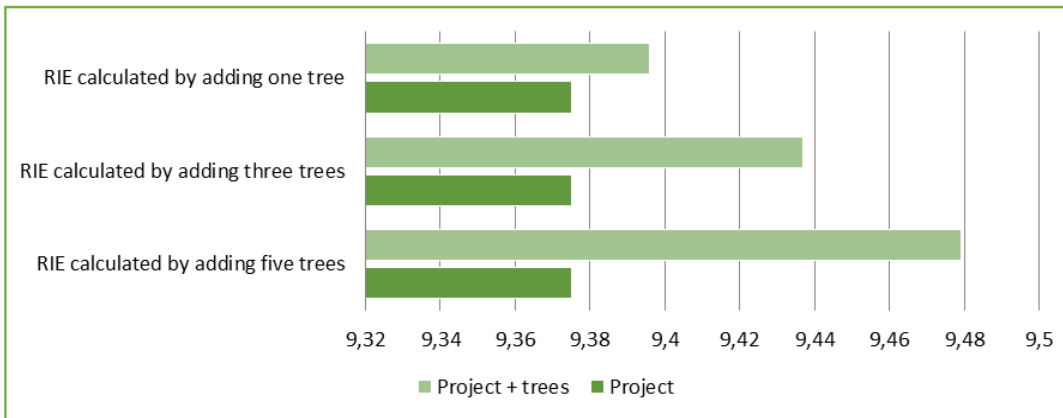


Fig. 06 - Changes in the RIE index due to the addition of trees. Case of the plot in via Orazio, Naples

value referred to the initial conditions (fig. 05). The residential building planned by the project covers an area of 168 m<sup>2</sup> which, seen in projection on the ground, are divided into 31,30 m<sup>2</sup> of discontinuous roofing made with tiles, 44,09 m<sup>2</sup> of terrace covered with a continuous roofing and the remaining 92,61 m<sup>2</sup> are covered with a roof garden. The external space is divided into several levels and contains a garden, roads that allow access to the building made of pebbles and other natural materials and gardens enriched by the presence of trees. In this case, comparing the RIE indices, it appears that at the actual status it is 5,193 and at the project status it is 9,375 (tab. 02). It means that, even starting from a ground without sealed surfaces and providing for the construction of a building, it is still possible to ensure a good environmental level the intervention. This reflects on the improvement of urban ecology. In the lot there are already 10 trees of second category to which are added another 12 trees of third category planned in the transformation. Also in this case it is possible to evaluate how the index varies in proportion to the addition of trees. In particular, adding a second category tree, it varies by 0,2%, adding three by 0,7% and with five trees there is an increase of 1.1% (fig. 06). It is clear, therefore, that even if a new building is built on an uncovered surface, excellent results can be achieved by choosing specific types of intervention and precise tools at the

service of natural architecture.

The third plot on which the RIE index was calculated is in Paderno Dugnano (MI). The plot is an disused industrial area recovered and converted into a residential area (fig. 07). At the beginning, most of the surface is occupied by industrial sheds and asphalt roads. As a result, almost the entire plot is occupied by sealed and impermeable surfaces, with the exception of a small part that is occupied by uncultivated greenery. The RIE index for the original configuration is 0,974. The project includes new spaces, such as more green areas, which frame the residences and the commercial and work activities planned, car parks on draining floors and above all a large number of trees (fig. 08).

The trees used to calculate the RIE for the project are of the second category and are therefore between 12 and 18 metres high. The value of the RIE calculated for the project is 4,63 (tab. 03). The lot has a very large area and is prone to planting trees even taller than 18 meters.

Therefore, assuming to plant one, three and five trees, there would be a percentage change in the RIE index of 0.2%, 0.6% and 1% (fig. 09).

### Results and conclusions

The analysis of the three case studies shows that, in order to improve environmental quality, each building should be served by green infrastructure and, among the various measures that can be used, the use of tree-lined



Fig.07 - Plot in Paderno Dugnano (MI). Initial conditions



Fig.8- Transformation planned for the plot in Paderno Dugnano (MI)

areas has a greater impact in terms of increasing environmental quality. This translates into numbers all the positive characteristics that trees have and all the advantages that they bring to the urban ecosystem. Numerous studies confirm the thermoregulatory and anti-pollution capacity of trees, especially the evergreens, which depends on the total leaf area and, consequently, on the size of the canopy [2]. For this reason the three examples studied were chosen in correspondence of the cities, where trees, absorbing carbon dioxide, can contribute to increase humidity, to purify the air and to improve the thermoregulation of the environment by activating mitigating effects and reducing the "heat island" phenomenon. Through the process of photosynthesis, the trees help to combat climate warming by absorbing carbon dioxide, a substance issued into the environment due to a large amount of energy consumed worldwide. Absorption of carbon dioxide protects the ozone, which protects the earth from the harmful rays of the sun, putting a brake on the rise in temperature. Trees also contribute to the reduction of pollution by modifying air flows, increasing turbulence but also by capturing polluting dusts (nitrogen oxides, sulphur dioxides) directly on their surface, in particular on leaves. From the results it is clear that, due to the reaching of high standards of environmental quality, it is necessary to think according to the principles of natural architecture and to think about the project not only of the built but also of the urban green spaces. Preserving a tree and planting a tree are two virtuous actions that improve the microclimate and liveability of places. These actions, either individually or jointly, can diversify the impact of the built environment, resulting in significant reductions. Each tree species has built its own history in

SURFACE CATEGORIES	INITIAL STATUS area (m <sup>2</sup> )	PROJECT area (m <sup>2</sup> )	BUILT	FACTOR
<b>Surfaces with greenery</b>				
Gardens, lawns, agricultural and wooded areas	-	4858	N	0,100
Uncultivated	2281	-	N	0,200
Concrete or synthetic flooring, filled with substrate and grass laid on a special support layer (garden gratings)	-	1840	N	0,400
Green roofing with total average substrate thickness 15 < s ≤ 25 cm up to an inclination of 12°	-	534	Y	0,350
First Category Trees	-	-		
Second Category Trees	-	3575 (55 trees)		
Third Category Trees	-	-		
<b>Surfaces without greenery</b>				
Metal covers with inclination > 3°	3305	-	Y	0,950
Continuous roofing with finish in sealed materials (terraces, solar paving, surfaces placed above underground volumes ) With inclination > 3°	2216	2426	Y	0,900
Discontinuous roofing (brick tiles or similar)	695	1101	Y	0,900
Asphalt or concrete floors	4327	1945	Y	0,900
<b>RIE</b>	<b>0,974</b>	<b>4,643</b>		

Tab. 03 - Comparison of RIE values for the plot in PadernoDugnano, (MI)

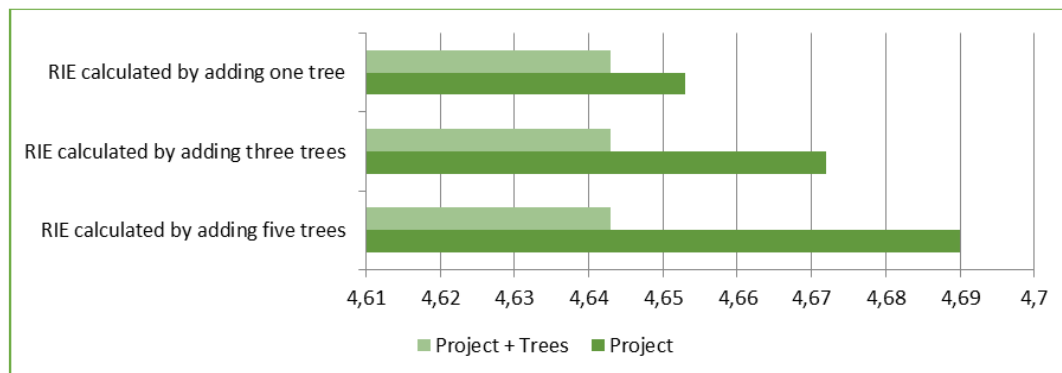


Fig. 09 - Changes in the RIE index due to the addition of trees. Case of the plot in PadernoDugnano, Naples.

This has increased the tradition of bioclimatic building, to the point of gaining, today, the value of a cultural asset.

"Who plants a tree, plants a hope "[3].

These words could identify a strategy that the most sensitive planners are beginning to adopt and which should serve as an example to imitate. The attention that we pay today to sustainable building requires us to preserve the green of the building tradition and to recover the active role of the green of our places in terms of construction in the current housing project, in line with a logic of continuity between history and future. The objective is, therefore, to measure the permeability of the ground. The effect is to preserve the greenery and project with the plants, to ensure the protection of water, the freshness of the climate and the purity of the air.

## REFERENCES

- [1] De Joanna P., Francese D., Passaro A. (2018), *Progettare il verde. Prestazioni e tecnologie per l'ambiente costruito*, Luciano Editore, Napoli (NA).
- [2] Fabbri P., Della Valle M. F. (2010), *Il verde urbano*, Maggioli Editore, Rimini (RN).
- [3] Lorenzini G., Grassi C., Nali C., Petiti A., Loppi S. e L. Tognotti, (2006). *Leaves of Pittosporum tobira as indicators of airborne trace element and PM10*

distribution in central Italy. Atmospheric Environment.

- [4] Mori J., Sæbø A., Hanslin H.M., Teani A., Ferrini F., Fini A. e G. Burchi, (2015). *Deposition of traffic-related air pollutants on leaves of six evergreen shrub species during a Mediterranean summer season*. Urban Forestry & Urban Greening.
- [5] Paoletti E., Bardelli T., Giovannini G. e L. Pecchioli, (2011). *Air quality impact of an urban park over time*. Procedia Environmental Sciences.
- [6] Sicurella A, *Progettare il verde. Tecniche e soluzioni*, Gruppo Editoriale Esselibri – Simone.
- [7] Teofili C., Clarino R. (20018), *Riconquistare il paesaggio. La Convenzione Europea del Paesaggio e la Conservazione della Biodiversità in Italia*.
- [8] Tucci F. (a cura di) (2017), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*. Edizioni Ambiente, Milano (MI).
- [9] *Climatechange, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*. [Online] available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
- [10] *Per salvare il mondo e migliorare l'ambiente, piantate un albero!* [Online] available at: <https://www.greenplanner.it>
- [11] *Incentivare il verde attraverso la norma urbanistica* [Online] available at: <http://servizioqualitaurbana.comune.parma.it>

## NOTES

1. <http://www.comune.bolzano.it>

2. Cfr Lorenzini et al.,2006; Mori et al., 2015; Paoletti et al., 2011.
3. Lucy Larcom

## CHE COSA SIGNIFICA PIANTARE UN ALBERO

### Sommario

L'attenzione che oggi tributiamo al costruire sostenibile ci impone di conservare il verde della tradizione costruttiva e di recuperare il ruolo attivo del verde nel progetto attuale dell'abitare, in linea con una logica di continuità tra storia e futuro. Progettare e riprogettare con il verde assume rilevante valenza sia alla scala edilizia che nel progetto degli spazi esterni, fino a conferire all'abitare un'unica e nuova dimensione. L'utilizzo del verde come elemento primario del costruito rappresenta una scelta progettuale utile alla regolazione del microclima, permettendo di raggiungere condizioni di impatto inferiori a quelle precedenti coniugando, dunque, qualità edilizia e qualità ambientale. Balconi, portici, terrazzi e giardini non sono soltanto spazi che "allargano" l'orizzonte domestico aprendosi all'abitare in tutte le stagioni dell'anno, ma consentono di controllare gli effetti del microclima e di ridurre l'impatto che il costruito tende ad innescare. Presupposto necessario affinché il verde possa acquisire un ruolo attivo in tal senso, è la permeabilità del suolo e delle superfici orizzontali costruite, che si relaziona alla scelta di materiali e tecniche che garantiscano un deflusso delle acque piovane il più naturale possibile. Pertanto, nella logica progettuale del "misurare per conoscere" si rende necessario uno strumento che possa quantificare l'azione del verde, in termini di riduzione dell'impatto edilizio sull'ambiente. Il Comune di Bolzano ha inserito nel Regolamento Edilizio l'adozione di uno strumento obbligatorio, l'indice R.I.E. (Riduzione di Impatto Edilizio), valido per tutti gli interventi sia su edifici esistenti che di nuova costruzione. Questo indice attribuisce valori differenti a materiali e tecniche costruttive e, tramite un algoritmo, restituisce un valore che consente di valutare l'impatto dell'intervento. Il fine dell'articolo è quello di mostrare, tramite esempi e casi studio, che l'indice R.I.E. può essere un valido strumento mirato al potenziamento del comfort, secondo una visione sinergica di abitare e costruire impiegando elementi naturali dei luoghi, dalla pietra al verde.

**Parole chiave:** Valutazione della qualità ambientale, Riduzione dell'impatto edilizio, Piantare un albero, Recuperare il ruolo attivo del verde, Capacità termoregolatrice e antinquinamento degli alberi.

### Il ruolo attivo del verde nella progettazione

Il verde è da intendersi come un paesaggio culturale, parte di un più vasto paesaggio naturale, con profonde radici che vantano una storia nell'antico processo di antropizzazione dei luoghi e dell'abitare. Vivere in sintonia con il clima ha da sempre incontrato nel verde continue possibilità di potenziamento del comfort, secondo una visione sinergica di abitare e costruire, impiegando elementi naturali dei luoghi, dal verde alla pietra. L'impegno per la tutela dell'ambiente deve guadagnare, nell'approccio progettuale, un ruolo attivo in cui il verde assuma un singolare rilievo. L'impiego di materiali, soluzioni e strategie che sottendono l'obiettivo della sostenibilità non è sufficiente per sviluppare un'azione progettuale pienamente rispondente all'imperativo etico del rispetto dell'ambiente. La progettazione non deve occuparsi solo di volumi e superfici, ma deve anche coniugare qualità edilizia e qualità ambientale ponendo attenzione a tutti quegli aspetti del costruire che, avvalendosi della vegetazione urbana, riducono l'impatto sull'ambiente, apportano benefici alla regolazione del microclima e aiutano nella gestione termica dello spazio costruito. Una corretta collocazione delle piante, può perfezionare l'edificio innescando un meccanismo che porta a condizioni di impatto inferiori alle precedenti e alla diminuzione dell'energia utilizzata per la gestione dell'edificio. A tal proposito, ad esempio, le coperture delle costruzioni trattate a verde aumentano il livello di comfort,

riducendo l'energia necessaria alla termoregolazione degli ambienti e limitando sbalzi termici e umidità. Tecnologie di ingegneria naturalistica, tecnologie per il verde pensile e, dove possibile, del verde tradizionale, opportunamente integrate con una corretta gestione delle acque meteoriche, si configurano come strumenti utili ad una progettazione avanzata che fa dei requisiti ambientali un suo punto di forza.

Nei centri urbani le principali cause del degrado ambientale sono la perdita di equilibrio nella regolazione del microclima urbano, l'aumento di inquinamento atmosferico e la difficoltà di deflusso idrico, tutti effetti in parte determinati dall'aumento delle superfici coperte impermeabili. Queste aree diventano una batteria di accumulo del calore che viene captato e successivamente irradiato, riscaldando la massa d'aria sovrastante. Per effetto del riscaldamento l'aria si muove con moti convettivi e si innesca la circolazione delle polveri inquinanti. Il calore immagazzinato dalle superfici impermeabili, come quelle in asfalto o in cemento, eleva la temperatura del centro urbano, poiché non ci sono scambi termo-igrometrici con la vegetazione circostante che consentano una corretta traspirazione del terreno. Tale effetto è definito "isola di calore" e comporta un aumento locale della temperatura (da 0,5 a 3 gradi) oltre a variazioni del clima in corrispondenza dei centri urbani.

L'elevata presenza di spazi sigillati ha contribuito al calo del naturale deflusso delle acque attraverso il suolo e si è interrotto il ciclo di filtrazione, evaporazione e evapotraspirazione che si attiva attraverso le superfici permeabili. In tal senso il verde può acquisire un ruolo attivo nella progettazione se è in grado di garantire un deflusso delle acque piovane il più naturale possibile, che si traduce in tutela dell'acqua, freschezza del clima e purezza dell'aria. Le aree verdi ripristinano i meccanismi di evaporazione ed evapotraspirazione, limitano i moti convettivi che portano al ricircolo delle polveri, attivano i naturali meccanismi di depurazione chimica dell'atmosfera e fungono da barriera di protezione dall'inquinamento acustico e dai dissesti idrogeologici. Ne conseguono enormi vantaggi in termini di riduzione dell'impatto edilizio, sia all'interno degli isolati residenziali che negli spazi urbani intercalati tra questi. Il progetto con il verde costituisce, quindi, una risposta al desiderio di una spazialità più naturale e vivibile, a dimostrazione di quanto la sostenibilità aspiri ad essere un modo di vivere più che una politica di promesse per il futuro e non si limiti ad essere un'esortazione alla salvaguardia dell'ambiente.

#### Misurare per conoscere. metodologie di valutazione della qualità ambientale

Nella logica progettuale del "misurare per conoscere" si rende necessario uno strumento che possa quantificare l'azione del verde in termini di riduzione dell'impatto edilizio sull'ambiente. Ciò significa che come si misurano efficienza e comportamenti energetici, così il progetto alla scala edilizia deve guardare alla valutazione parametrica della qualità ambientale.

Il Comune di Bolzano ha inserito nel Regolamento Edilizio l'assunzione di uno strumento obbligatorio, l'indice R.I.E. (Riduzione Impatto Edilizio), al fine di contenere la sigillatura delle superfici e l'impatto edilizio che le costruzioni esercitano sull'ambiente.

"Il R.I.E. è un indice di qualità ambientale che serve per certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde." [1]. Si tratta di un algoritmo, inserito negli strumenti urbanistici, di facile utilizzo da parte dei progettisti. La formula di calcolo dell'indice RIE è la seguente:

$$RIE = \frac{\sum_i^n S_{vi} \frac{1}{\psi_i} + (S_e)}{\sum_i^n S_{vi} + \sum_j^m S_{ij} \psi_j}$$

Esso distingue due tipologie di superfici, quelle trattate a verde ( $S_{vi}$ ) e quelle non trattate a verde ( $S_{ij}$ ) e attribuisce a ciascuna di esse valori diversi di  $\psi$ , ovvero coefficienti di deflusso che cambiano a seconda delle caratteristiche della superficie, tra cui soprattutto la permeabilità. Al numeratore è presente un valore corrispondente alle superfici equivalenti alberate ( $S_e$ ),

calcolate in maniera automatica dal programma una volta inserito il numero e la tipologia di albero. Gli alberi, infatti, sono distinti in tre categorie in base alla loro altezza, allo sviluppo della loro chioma con conseguenti benefici, diversamente misurabili, nel contesto in cui vengono inseriti.

L'indice varia tra 0 e 10 e valuta come un determinato intervento può risultare migliorativo in termini ambientali rispetto allo stato di fatto. L'indice 10 corrisponde al caso in cui le infrastrutture verdi previste dal progetto apportano elevati benefici, non solo estetici ma anche ambientali all'intervento. Un indice pari a 0, invece, corrisponde ad un intervento uguale allo stato di fatto, in cui non sono presenti scelte mirate ad una maggiore permeabilità del suolo e a un maggior deflusso delle acque. Grazie all'indice RIE si può valutare come la realizzazione di superfici trattate a verde, l'utilizzo di particolari categorie di alberi e, in generale, di superfici drenanti, possano migliorare la qualità dell'intervento edilizio riducendo, al contempo, l'inquinamento ambientale.

#### Casi studio: il verde per minimizzare l'impatto del costruito

Sono stati analizzati tre lotti ubicati in aree urbane diverse, prevedendo per ciascuno di essi interventi di trasformazione. Gli obiettivi sono di parametrare gli incrementi di qualità ambientale, e di dimostrare come la valutazione tramite indice RIE non dipenda dal contesto climatico e geografico.

Il primo intervento riguarda la trasformazione di un lotto nel comune di Napoli, in via Nuova Bagnoli (fig. 01). La superficie totale del lotto è di 1169 m<sup>2</sup> di cui 844 m<sup>2</sup> sono di verde incolto e 325 m<sup>2</sup> sono occupati da un edificio. Nel lotto sono, inoltre, presenti 5 alberi di terza categoria, cioè alberi che hanno un'altezza compresa tra 4 e 12 m, per una superficie totale di circa 100 m<sup>2</sup>. Applicando i diversi coefficienti alle superfici l'indice RIE calcolato per lo stato di fatto è di 3,695. Per dimostrare come l'indice RIE sia in grado di attestare la "qualità ambientale" di un progetto si è prevista la trasformazione a verde della maggior parte delle superfici (fig. 02). Un giardino sostituisce il verde incolto, la superficie edificata è ridotta e al suo posto si prevedono vialetti, pavimentazioni drenanti e una piscina. Nel progetto è previsto anche l'aumento della superficie alberata, in particolare i cinque alberi di terza categoria diventano 14 e si aggiungono quattro alberi di seconda categoria, alberi con altezza compresa tra i 12 e i 18 m, per una superficie totale di 540 m<sup>2</sup>. Grazie alle modifiche previste in fase di progettazione, l'indice RIE raggiunge il valore di 7,033 superando il valore limite di 4 imposto dall'Ente che ha sviluppato l'algoritmo.

Dal confronto dei due indici (tab. 01) e degli algoritmi sviluppati per il loro calcolo, risulta che, tra i fattori che ne hanno determinato l'aumento, il più decisivo è sicuramente quello relativo alle superfici alberate. Passando da 4 a 18 alberi per una superficie totale di 540 m<sup>2</sup>, il valore del numeratore dell'equazione, e quindi dell'indice, sale. Da questo dato è facile intuire come la semplice implementazione degli alberi piantati possa essere rilevante per il miglioramento della qualità progettuale e, per esteso, di quella ambientale. Per sottolineare ancor di più tale tesi, si possono analizzare i risultati ottenuti aggiungendo al progetto uno, tre e cinque alberi.

Grazie all'aumento delle alberature di seconda categoria previste da progetto, l'indice RIE passa a 7,098 aggiungendo un albero con un incremento dello 0,9%, a 7,227 aggiungendo tre alberi con un incremento del 2,8% e a 7,355 aggiungendone cinque con un incremento del 4,6% (fig. 03).

Il secondo esempio è riferito ad un lotto ubicato a Napoli in via Orazio (fig. 04) che ha un'estensione di 3360 m<sup>2</sup>. Allo stato di fatto tutta la superficie del lotto è occupata da verde incolto e non c'è nessuna superficie sigillata, è quindi interessante valutare se effettivamente costruendo un edificio residenziale, e quindi prevedendo una quantità maggiore di superfici coperte rispetto allo stato iniziale, l'indice RIE del progetto possa risultare comunque più alto di quello

dello stato di fatto (fig. 05). L'edificio residenziale previsto dal progetto occupa una superficie di 168 m<sup>2</sup> che, visti in proiezione sul terreno, sono divisi in 31.30 m<sup>2</sup> di copertura discontinua realizzata con tegole, 44,09 m<sup>2</sup> di terrazzo rivestito con una copertura continua e i restanti 92.61 m<sup>2</sup> sono rivestiti da un tetto giardino. Lo spazio esterno all'abitazione è diviso su più livelli ed ospita un orto, strade, che permettono l'accesso all'abitazione, realizzate con ciottoli e altri materiali naturali e giardini arricchiti dalla presenza di alberi. Anche in questo caso si effettua il confronto tra gli indici RIE, risulta che quello dello stato di fatto è 5,193 mentre quello di progetto 9,375 (tab. 02). Ciò significa che anche andando ad operare su un terreno privo di superfici sigillate, prevedendo la realizzazione di un edificio e, quindi, di porzioni di superfici sigillate, è possibile comunque garantire un buon livello ambientale all'intervento che possa in generale riflettersi sul miglioramento dell'ecologia urbana. Nel lotto sono già presenti 10 alberi di seconda categoria a cui si aggiungono altri 12 alberi di terza categoria previsti nella trasformazione. Anche in questo caso è possibile valutare come l'indice vari proporzionalmente all'aggiunta di alberi, in particolare aggiungendo un albero di seconda categoria varia dello 0,2%, aggiungendone tre dello 0,7% e con cinque alberi si ha un aumento dell'1,1% (fig. 06). È chiaro, quindi, che anche con un intervento di nuova realizzazione si possono raggiungere degli ottimi risultati scegliendo specifiche tipologie di intervento e precisi strumenti a servizio dell'architettura naturale.

Il terzo lotto su cui è stato calcolato l'indice RIE è ubicato a Paderno Dugnano (MI). Il lotto studiato è un'area industriale dismessa recuperata e riconvertita in area residenziale (Fig. 07). Allo stato di fatto la maggior parte della superficie è occupata da capannoni industriali e strade in asfalto, di conseguenza quasi tutto il lotto è occupato da superfici sigillate e impermeabili, ad eccezione di una piccola parte che è occupata da superfici naturali degradate e verde incolto. L'indice RIE calcolato per la configurazione iniziale è di 0,974. Nel nuovo assetto sono previsti nuovi spazi, tra cui maggiori aree verdi, che fanno da cornice alle residenze e alle attività commerciali e lavorative previste, parcheggi su pavimentazioni drenanti e soprattutto un consistente numero di alberi (Fig. 08). Gli alberi considerati per il calcolo dell'indice RIE relativo al progetto sono di seconda categoria ed hanno un'altezza compresa tra 12 e 18 metri. L'indice RIE calcolato per lo stato di progetto è di 4,63 (tab. 03). Il lotto ha una superficie molto estesa, è incline alla piantagione di alberi anche più alti di 18 metri quindi, ipotizzando di piantarne uno, tre e cinque, si avrebbero delle variazioni percentuali dell'indice RIE pari allo 0,2%, 0,6% e 1% (fig. 09).

#### Risultati e conclusioni

Dall'analisi dei tre casi studio si evince che, per migliorare la qualità ambientale, ogni edificio dovrebbe essere servito da infrastrutture verdi e, tra i vari accorgimenti che possono essere utilizzati, l'utilizzo delle superfici alberate ha un impatto maggiore in termini di aumento della qualità ambientale. Questo traduce in termini numerici tutte le caratteristiche positive che hanno gli alberi e tutti i vantaggi che essi apportano all'ecosistema urbano. Numerosi studi confermano la capacità termoregolatrice e la capacità anti-inquinamento degli alberi, in particolare dei sempreverdi, che dipende dalla superficie totale delle foglie e, di conseguenza, dalle dimensioni della chioma[2]. Non a caso i tre esempi studiati sono stati scelti in corrispondenza delle città, luoghi in cui gli alberi, assorbendo l'anidride carbonica, possono contribuire all'aumento dell'umidità, a depurare l'aria e a migliorare la termoregolazione dell'ambiente, attivando effetti mitigatori e riducendo il fenomeno "isola di calore". Grazie al processo di fotosintesi, gli alberi aiutano a combattere il riscaldamento climatico assorbendo l'anidride carbonica, sostanza emessa nell'ambiente in seguito alla grande quantità di energia consumata a livello mondiale. L'assorbimento dell'anidride

*carbonica permette di salvaguardare l'ozono, che protegge la terra dai raggi nocivi del sole, ponendo un freno all'aumento della temperatura. Gli alberi, inoltre, contribuiscono alla riduzione dell'inquinamento, modificando i flussi d'aria, aumentando la turbolenza ma anche catturando le polveri inquinanti (ossidi di nitrogeno, biossidi di zolfo) direttamente sulla loro superficie, in particolare sulle foglie.*

*Dai dati riportati è evidente che in virtù del raggiungimento di elevati standard di qualità ambientale, è necessario ragionare in base ai principi di un'architettura naturale e pensare al progetto non solo del costruito ma anche degli spazi verdi urbani. In questo quadro conservare un albero e piantare un albero si pongono come due azioni virtuose, a tutto vantaggio del microclima e della vivibilità dei luoghi, che, sia singolarmente che in maniera congiunta, possono diversificare significativamente l'impatto del costruito sull'ambiente, determinando considerevoli riduzioni.*

*Ogni specie arborea ha costruito la propria storia parallelamente all'azione dell'uomo nel paesaggio, alimentando la tradizione del costruire bioclimatico in maniera attiva, fino a guadagnarsi, oggi, la valenza di bene culturale.*

*"Who plants a tree, plants a hope" [3]*

*Queste parole potrebbero identificare una strategia che i progettisti più sensibili cominciano ad adottare e che dovrebbe costituire un esempio da imitare.*

*L'attenzione che oggi tributiamo al costruire sostenibile ci impone di conservare il verde della tradizione costruttiva e di recuperare il ruolo attivo del verde dei nostri luoghi sotto il profilo costruttivo nel progetto attuale dell'abitare in linea con una logica di continuità tra storia e futuro. L'obiettivo è, dunque, misurare la permeabilità del suolo. L'effetto è conservare il verde e progettare con il verde, per garantire la tutela dell'acqua, la freschezza del clima e la purezza dell'aria.*

#### **NOTE**

1. <http://www.comune.bolzano.it>
2. Cfr Lorenzini et al., 2006; Mori et al., 2015; Paoletti et al., 2011.
3. Lucy Larcom