

Maicol Negrello, <https://orcid.org/0000-0002-7057-3803>
Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia

maicol.negrello@polito.it

Abstract. La necessità di riconfigurare i modelli attuali di approvvigionamento per far fronte ai futuri scenari climatici e demografici ha spinto ricercatori ed investitori a sperimentare innovativi sistemi produttivi che hanno riconnesso la produzione agricola al luogo di consumo, ovvero le città. L'accelerazione tecnologica dell'ultimo decennio ha portato alla nascita di nuove architetture e metabolismi urbani che spesso si sono potute realizzare tra vuoti normativi e limiti normativi, dovuti all'obsolescenza di piani regolatori o regolamenti edilizi. Il paper traccia lo stato dell'arte dell'evoluzione dell'innovazione tecnologica e di come essa e il progetto abbiano riscritto le norme.

Parole chiave: Agricoltura urbana; *Indoor farming*; Agricoltura fuori suolo; *Building integrated agriculture*; Resilienza urbana.

Crisi e innovazione necessaria

L'intensificarsi delle attività antropiche ha generato nuovi squilibri globali, influenzando l'ecosistema del nostro pianeta e le molteplici forme di vita che lo abitano. La condizione attuale, caratterizzata da una policrisi determinata da vari fattori come la crescita demografica, l'aumento della frequenza e dell'intensità dei fenomeni estremi legati al cambiamento, le nuove richieste alimentari e le attività correlate, ha comportato la diminuzione della fertilità del suolo (Searchinger *et al.*, 2018) e la perdita di copertura verde in diverse regioni del mondo, contribuendo ad aggravare la crisi climatica. Come sottolineato da Orsini (2022), la recente pandemia da Covid-19 ha messo in luce la fragilità del sistema di approvvigionamento alimentare nelle aree densamente popolate durante i periodi eccezionali come il lockdown, evidenziando come questa vulnerabilità possa diventare una delle molte sfide che i complessi sistemi urbani dovranno affrontare. La necessità di ripensare l'attuale sistema di approvvigionamento e produzione, rendendolo resiliente e eco-compatibile per

garantire il sostentamento della crescente popolazione urbana, ha spinto alcuni studiosi a sviluppare proposte di innovazione agricola (Moghimi and Asiabanpour, 2023) che integrano città e campagna, agricoltura e architettura (Negrello *et al.*, 2022) per ridurre i food-miles, gli sprechi e i consumi, assicurando nel contempo la sicurezza alimentare e prevenendo i cosiddetti deserti alimentari nelle vaste aree urbanizzate, come le metropoli. Storicamente, in periodi di crisi, guerra, o regressione (Adam-Bradford Hoekstra and van Veenhuizen, 2009), l'agricoltura è ritornata ciclicamente nelle città, determinando una riconfigurazione degli spazi e, successivamente, delle architetture, senza limiti particolari: la necessità superava la norma. In questi periodi, l'agricoltura nelle città è stata essenziale per garantire ai cittadini i mezzi minimi di sopravvivenza. In Europa e in altre parti del mondo, i terreni urbani sono stati trasformati in orti e campi coltivati. L'agricoltura urbana è stata una risposta e, contemporaneamente, una soluzione in periodi in cui l'economia non riusciva a provvedere sufficientemente alla popolazione, spingendo anche verso soluzioni innovative e talvolta utopiche. Questo approccio "out of the box" era già evidente agli inizi del ventesimo secolo, quando architetti e urbanisti cercavano di promuovere idee innovative per la progettazione urbana, in cui architettura, agricoltura e natura potessero coesistere in un metabolismo urbano sinergico. Tra gli architetti più noti, possiamo citare Frank Lloyd Wright con "Broadacre City" (1935), Ludwig Hilberseimer con "New Regional Pattern" (1949) e Andrea Branzi con "Agronica" (1994). Come sottolineato da Waldheim (2010), l'essenza di queste proposte è stata posizionare l'agricoltura come componente cruciale nella struttura produttiva urbana. Tale concetto ha indotto a nuove idee, non solo per

Indoor urban agriculture: from innovative design experimentation to standardisation

Abstract. The need to reconfigure current supply models to address future climate and demographic scenarios has driven researchers and investors to experiment with innovative production systems that have reconnected agricultural production to the point of consumption, namely cities. The technological acceleration of the past decade has led to the emergence of new urban architectures and metabolisms, often created within regulatory gaps and constraints arising from the obsolescence of zoning plans or building regulations. This paper outlines the state of the art of technological innovation and how, along with design, it has reshaped norms.

Keywords: Urban agriculture; Indoor farming; Soilless agriculture; Building-integrated agriculture; Urban resilience.

Crisis and necessary innovation

The intensification of anthropogenic activities has given rise to new global imbalances, impacting our planet's ecosystem and the diverse forms of life in its harbours. The current condition, characterised by a polycrisis stemming from various factors such as demographic growth, increased frequency and intensity of change-related extreme phenomena, new dietary demands and associated activities has led to soil fertility decline (Searchinger *et al.*, 2018) and to the loss of green cover in various regions worldwide, exacerbating the climate crisis. As highlighted by Orsini (2022), the recent COVID-19 pandemic has underscored the fragility of the food supply system in densely populated areas during exceptional periods such as lockdowns, emphasising how this vulnerability could become one of the

many challenges complex urban systems will have to face. The need to reconsider the current supply and production system, making it resilient and eco-friendly to ensure the sustenance of the growing urban population, has driven some scholars to develop proposals for agricultural innovation (Moghimi and Asiabanpour, 2023). These proposals integrate city and countryside, agriculture and architecture (Negrello *et al.*, 2022) to reduce food miles, waste and consumption, while simultaneously ensuring food security and preventing so-called food deserts in vast urbanised areas, such as metropolises. Historically, during periods of crisis, war or regression (Adam-Bradford Hoekstra and van Veenhuizen, 2009), agriculture cyclically re-emerged within cities, leading to a reconfiguration of spaces and subsequently architectures

gli spazi urbani ma anche attraverso configurazioni architettoniche innovative, che integrano la produzione agricola come un elemento capace di generare un'economia urbana.

A partire dalla torre sperimentale per la produzione agricola verticale concepita dall'ingegnere viennese Ruthner nel 1964 (Fig. 1), considerata il primo dispositivo produttivo a sfruttare le limitate spazialità delle città, si è sviluppata una narrazione incentrata sull'individuazione di soluzioni urbane in cui l'agricoltura si integra con l'edilizia (*Building Integrated Agriculture*, BIA), precedentemente considerata solo un'utopia. Tuttavia, solo con l'avvento di nuove tecnologie fuori suolo, l'idea della coltivazione urbana ha preso forma, trasformandosi da un concetto utopico a una possibile proposta architettonica altamente tecnologica, al di fuori degli schemi urbani e delle normative finora ipotizzate.

La coltura possibile. Sperimentare oltre la norma

A partire dagli anni 2000, il Prof. Despommier propone una rivoluzione copernicana per l'agricoltura indoor concettualizzando un *layout* architettonico che permette di incrementare la produzione grazie alla sovrapposizione di piani, definito *vertical farming* (2010). Questa proposta si configura come una soluzione per generare nuove superfici coltivabili e ridurre il consumo di risorse, attraverso l'applicazione di sistemi a ciclo chiuso (Morabito, 2021). Questo ha costituito uno stimolo per gli architetti di tutto il mondo a spazializzare queste visionarie architetture, come ad esempio la *Tour Vivante* (2005) di SOA Architect (Fig. 2), la *Vertical Farm* (2007) di C. Jacobs e D. Despommier, e *Dragonfly* (2009) di V. Callebaut Architectes.

without specific constraints. Indeed, necessity surpassed the norm. In such periods, urban agriculture was essential to ensure citizens the minimum means of survival. In Europe and other parts of the world, urban lands were transformed into gardens and cultivated fields. Urban agriculture served as both a response and a solution during times when the economy struggled to adequately provide for the population, prompting innovative and sometimes utopian solutions.

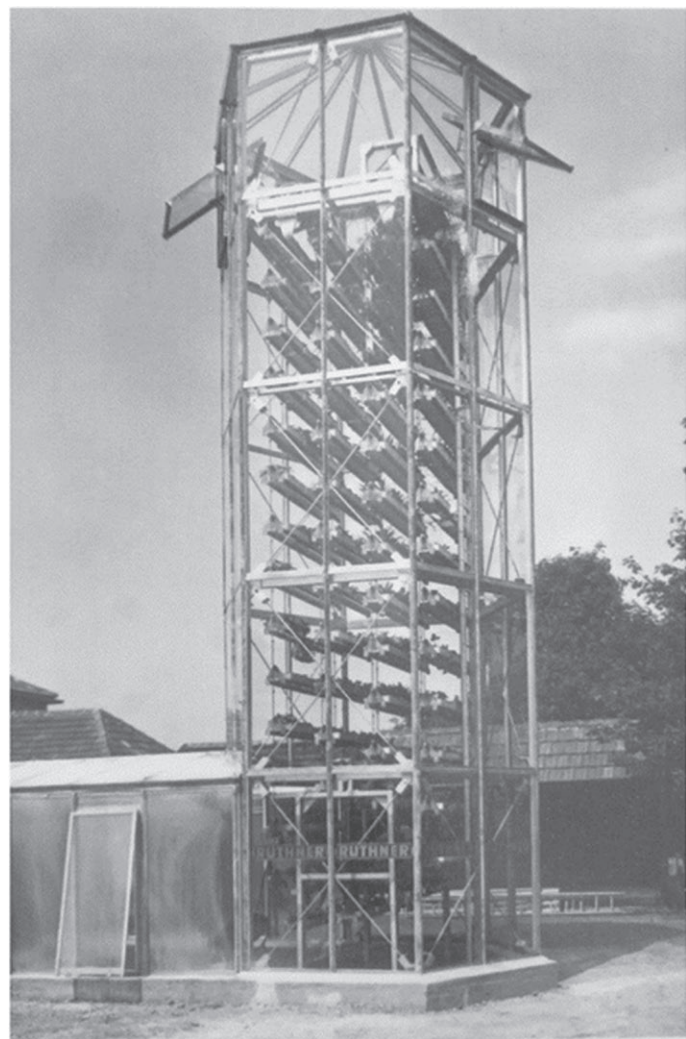
This "out-of-the-box" approach was already evident in the early 20th century when architects and urban planners sought to promote innovative ideas for urban design, where architecture, agriculture and nature could coexist in a synergistic urban metabolism. Among the most notable architects, we can mention Frank Lloyd Wright with "Broadacre City" (1935), Ludwig

Hilberseimer with "New Regional Pattern" (1949), and Andrea Branzi with "Agronica" (1994). As emphasised by Waldheim (2010), the essence of these proposals was to position agriculture as a crucial component in the urban productive structure. This concept led to innovative ideas, not only for urban spaces but also through innovative architectural configurations that integrate agricultural production as an element capable of generating an urban economy. Beginning with the experimental tower for vertical agricultural production conceived by the Viennese engineer Ruthner in 1964 (Fig. 1), considered the first productive device to exploit the limited spatiality of cities, a narrative previously deemed utopian has unfolded focusing on identifying urban solutions where agriculture integrates with building structures (*Building Integrated Agri-*

Sostenuto dal forte interesse dell'industria nel cercare soluzioni complementari ai tradizionali sistemi agricoli e di approvvigionamento, l'indoor farming ha rapidamente ottenuto un notevole successo. Questa visione ha risposto alle crescenti richieste di cibo di alta qualità, offrendo al contempo l'opportunità di creare un nuovo mercato.

Nella prima fase di nascita di questo nuovo concetto di produzione agricola urbana (2005-2010), l'architettura ha agito come promotore offrendo visioni suggestive alle esigenze contemporanee e future, promuovendo la ricerca e sviluppo delle tecnologie per l'*indoor farming* (Negrello, 2019).

Nonostante la narrativa futuristica abbia contribuito a delineare nuovi scenari, favorendo anche opportunità di business, la fattibilità dei progetti menzionati non è stata validata. Tra le principali sfide si evidenziano i costi dei suoli urbani, le spese



02| Tour Vivante (rendering) a Rennes, SOA Architects, https://www.ateliersoa.fr/verticalfarm_fr/pages/images/press_urban_farm.pdf
 Tour Vivante (rendering) in Rennes, SOA Architects, https://www.ateliersoa.fr/verticalfarm_fr/pages/images/press_urban_farm.pdf

03| Schema evolutivo della Close Loop Farm (1. Fase inizia, 2. Prima espansione, 3. futura espansione), illustrazione di Maicol Negrello
 Evolutionary diagram of the Close Loop Farm (1. Phase begins, 2. First expansion, 3. Future expansion), illustration by Maicol Negrello

di costruzione, i vincoli normativi, come *zoning e building code*, che non considerano l'attività agricola urbana. Inoltre, tra gli ostacoli, si riscontra una limitata conoscenza delle tecnologie e dei relativi costi, nonché dei consumi e della manutenzione degli impianti. Di conseguenza, le prime sperimentazioni furono "low budget", occupando spazi e architetture sottoutilizzate o abbandonate, i cui costi di affitto erano limitati e godevano di interconnessioni con la rete infrastrutturale, oltre a una maggiore flessibilità spaziale. Un esempio è *The Plant* a Chicago, un ex impianto di lavorazione della carne, che ha accolto tra le prime sperimentazioni di agricoltura indoor (con start up come la *Close Loop Farm*) hanno trovato suolo fertile e spazi disponibili per future espansioni (Fig. 3). In questo caso, lo *zoning* per questo edificio prevedeva attività produttiva alimentare e questo ha reso possibili superare la barriera normativa, includendo la nuova produzione agricola come attività produttiva alimentare in città.

Se nella prima fase, l'attenzione focalizzata sull'elemento architettonico suggestivo per promuovere una nuova industria, in questa fase embrionale di sperimentazione, l'innovazione tecnologica ha cercato di progredire rapidamente, presentando soluzioni più economiche ed efficienti e di implementare tecnologie fuori suolo per ottimizzare i consumi.

Superata questa fase sperimentale (2010-2020), la percezione dell'agricoltura urbana si è evoluta dall'essere maggiormente attività ricreativa, in grado di fornire cibo e supporto sociale, a una vera e propria produzione capace di generare economie. Questo ha stimolato grandi aziende e investitori a finanziare e creare startup agricole nelle principali metropoli del Nord del mondo (Benis and Ferrão, 2018). La seconda fase ha visto

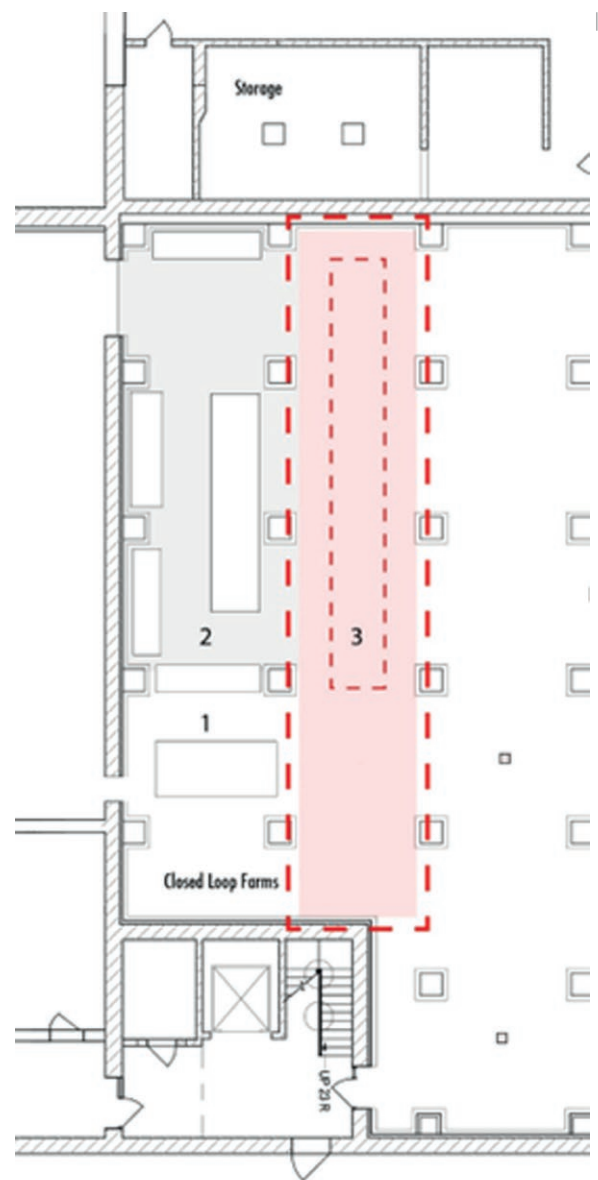
culture, BIA). However, only with the advent of new soilless technologies did the idea of urban cultivation take shape, transforming from a utopian concept into a highly technological architectural proposal, diverging from conventional urban frameworks and regulations previously envisioned.

Cultivating possibilities. Experimenting beyond norms

Since the 2000s, Professor Despommier has proposed a Copernican revolution for indoor agriculture by conceptualising an architectural layout termed vertical farming, which allows for increased production through the stacking of floors (2010). This proposal serves as a solution to generate new cultivable surfaces and reduce resource consumption, employing closed-loop systems (Morabito, 2021). It has inspired architects worldwide

to spatialise these visionary architectures, such as the Tour Vivante (2005) by SOA Architect (Fig. 2), the Vertical Farm (2007) by C. Jacobs and D. Despommier, and Dragonfly (2009) by V. Callebaut Architectes.

Supported by the strong interest of the industry in seeking complementary solutions to traditional agricultural and supply systems, indoor farming has rapidly gained considerable success. This vision has responded to the growing demand for high quality food, while offering the opportunity to create a new market. In the initial phase of the emergence of this new concept of urban agricultural production (2005-2010), architecture acted as a promoter, offering suggestive visions for contemporary and future needs, and promoting research and development of indoor farming technologies (Negrello, 2019).



04| Posizionamento urbano, vista assonometrica e sezione di Aerofarm, Newark, illustrazione di Maicol Negrello
Urban location, axonometric view and section of Aerofarm, Newark, illustration by Maicol Negrello

05| Posizionamento urbano, vista assonometrica e sezione di Lufa Farm, Montreal, illustrazione di Maicol Negrello
Urban location, axonometric view and section of Lufa Farm, Montreal, illustration by Maicol Negrello

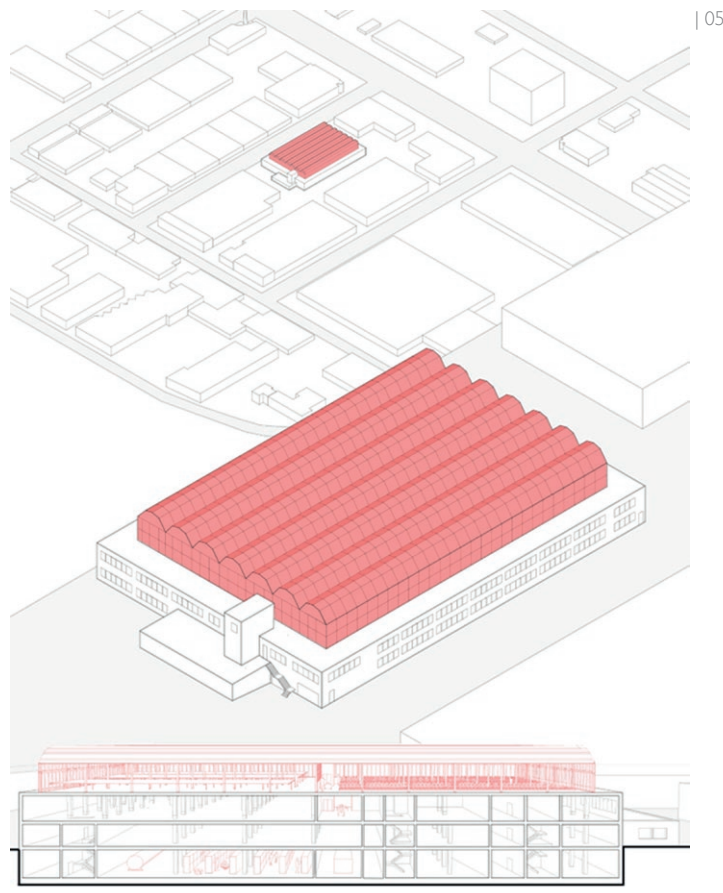
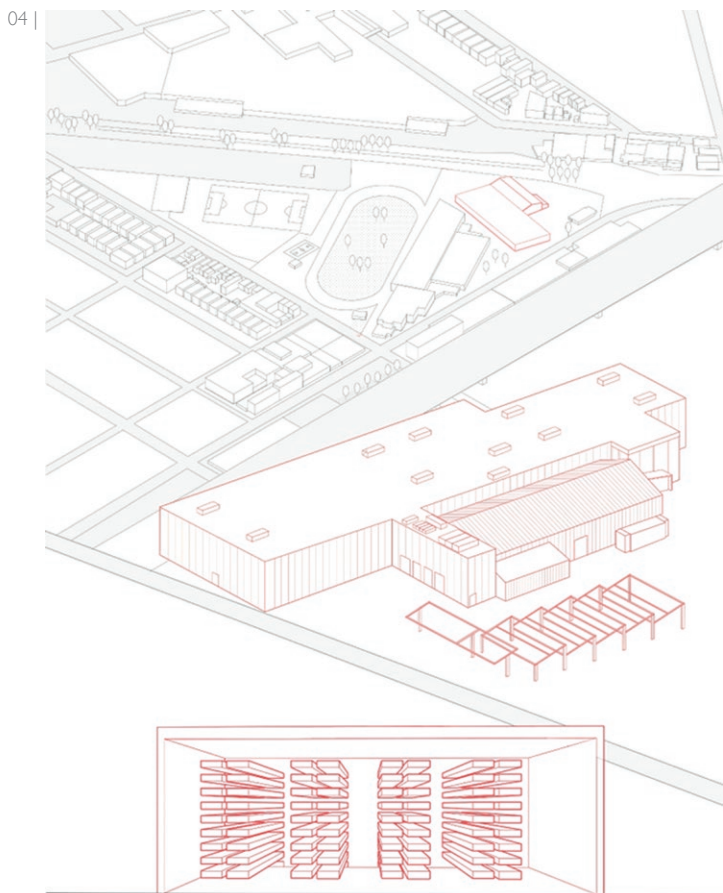
la creazione di forme architettoniche ibride che hanno accolto queste innovative produzioni. Dalla riqualificazione di interi capannoni industriali, come il caso di *Aerofarm* a Newark (NY), che ospita sistemi a più livelli con tecnologia aeroponica e LED (Fig. 4), al riutilizzo dei tetti, come l'esempio di *Lufa Farm* a Montreal (Fig. 5) che è costituita da serre idroponiche per la produzione annuale di ortaggi, o ancora alla creazione di moduli produttivi adattabili, come il progetto di *Infarm* a Berlino.

Riscrivere le norme attraverso l'innovazione

Negli ultimi dieci anni, il progresso delle tecniche per la coltivazione urbana indoor è stato sostenuto da consistenti investimenti, che hanno trasformato tali tecnologie da sperimentali a industriali. Ciò ha comportato una riduzione dei costi, un incremento dell'efficienza e un miglioramento della sostenibilità. Nonostante la rapida crescita di questa nuova industria, l'adeguamento normativo dei piani regolatori e dei regolamenti edilizi non ha seguito lo stesso passo

accelerato, trasformando questa obsolescenza in un ostacolo per la creazione di nuove realtà.

Nella prima fase, molti progetti sono riusciti a concretizzarsi sfruttando vuoti normativi o includendo questa nuova forma di produzione all'interno di *zoning* industriali-produttivi, come, ad esempio, i citati casi di *Lufa Farm* a Montreal e *The Plant* a Chicago, ma le normative hanno comunque costituito una barriera. In alcuni contesti, le città di New York City, Boston, Montreal, Parigi, hanno saputo accogliere questa crescente esigenza e convertire alcuni apparati normativi per promuovere l'agricoltura urbana soluzione per lo sviluppo urbano sostenibile. New York City, ad esempio, ha istituito un apposito ufficio comunale per promuovere l'attività agricola urbana, ovvero il *Mayor's Office of Urban Agriculture (MOUA)*¹. Nell'aprile del 2012, il *City Council* ha adottato lo *Zone Green Text Amendment*², un testo che regola e favorisce lo sviluppo di progetti di agricoltura urbana in tutte le sue forme, fornendo linee guida anche per la realizzazione di BIA. Tuttavia, ad oggi, persistono alcune lacune, mancanza di chiarezza e



carezza di strumenti urbani di supporto, come evidenziato dall'agenzia Agritecture³.

In alcuni casi, per incentivare la creazione di serre produttive sui tetti e superare gli ostacoli imposti dai piani regolatori, quali limiti di altezza, il NYC *Departments of Buildings and City Planning* ha sviluppato un programma di esenzione per le serre che si localizzano su edifici che hanno raggiunto o superato la loro concessione di rapporto tra superficie e altezza (FAR) (New York City Council, 2010). Tra le modifiche apportate agli strumenti normativi, si contempla anche la possibilità di introdurre serre produttive sui tetti di edifici ad uso industriale, commerciale, residenziale e scolastico. Tra le città del Nord America più virtuose, Boston è stata una delle prime ad integrare strumenti di regolamentazione delle diverse tipologie e tecnologie di agricoltura urbana (sia BIA sia tradizionale) dando prescrizioni precisi su dimensioni e uso dei suoli. L'adozione dell'articolo 89, intitolato "*Made Easy Urban Agriculture Zoning For The City of Boston*", avvenuta nel 2013, si inserisce all'interno della *Urban Agriculture Rezoning Initiative* e costituisce parte integrante del *Boston Zoning Code* (City of Boston, 2013).

In Canada, invece, nel caso di *Lufa Farm* a Montreal, il progetto è esito di una mediazione tra norma e vuoto normativo, ma al tempo stesso ha indirizzato verso l'adeguamento degli strumenti normativi per permettere il nascere di queste realtà agricole *high-tech*. *Lufa Farm*, fondata da Mohamed Hage, è tra i primi pionieri nello introdurre la pratica del BIA. La sperimentazione, partita con una piccola serra sul tetto della McGill University, si è trasformata in breve tempo nella più grande impresa agricola di serre del Canada, inserendosi sui tetti di aree industriali e riqualificando stabilimenti abbandonati. Il primo progetto realiz-

Despite the futuristic narrative contributing to outline new scenarios and business opportunities, the feasibility of the mentioned projects was not validated. The main challenges include the costs of urban land, construction expenses, and regulatory constraints such as zoning and building codes that do not consider urban agricultural activities. Additionally, obstacles include limited knowledge of technologies and associated costs, as well as the consumption and maintenance of installations. Consequently, the initial experiments were "low budget", occupying underutilised or abandoned spaces and architectures with limited rent costs, interconnections with the network infrastructure, and greater spatial flexibility. An example is The Plant in Chicago, a former meat processing facility, which hosted some of the first indoor

farming experiments (with startups like Close Loop Farm) that found fertile ground and available spaces for future expansions (Fig. 3). In this case, the zoning for this building allowed for food production activities, enabling to overcome regulatory barriers by incorporating new agricultural production as a food-producing activity in the city.

While the initial phase focused on captivating architectural elements to promote a nascent industry, in this embryonic experimentation stage, technological innovation has sought to progress rapidly, introducing more cost-effective and efficient solutions, and implementing soilless technologies to optimise resource consumption. Having passed this experimental phase (2010-2020), the perception of urban agriculture has evolved from being primarily a recreational activity



zato sul tetto di un edificio industriale dell'area di Ahuntsic Cartierville (Fig. 6) è esito dell'adeguamento della serra alle norme dei *buidling codes*, che consideravano la nuova aggiunta come un vero e proprio locale abitabile (e quindi prevedendo la creazione di locali bagno, l'accesso con scala e ascensore, strutture controventate e antisismiche, utilizzo di materiali consentiti, ecc.) e comportando un investimento molto più elevato rispetto alla semplice costruzione di una serra. La presente esperienza ha inizialmente catalizzato la revisione dei processi normativi. Nonostante il sostegno attuale della città di Montreal all'agricoltura urbana (Pourias *et al.*, 2016) e gli investimenti del Ministero dell'Agricoltura nell'ambito della *Sustainable Canadian Agricultural Partnership*, finalizzati a promuovere il progresso tecnologico e robotico delle indoor farm, Mark Lefsrud, docente presso la McGill University, individua ancora un'insufficiente chiarezza nei dispositivi regolatori degli edifici e sottolinea l'urgenza di una maggiore definizione di standard e norme edilizie (Lovell, 2022). Tuttavia, a livello internazionale si riscontra qualche avanzamento per definire le prime linee guida standard per le tecnologie usate nell'indoor e *vertical farming* definite dalla *International Eletrotechnical Commission*⁴.

In Europa la questione normativa dipende dalle singole nazioni o addirittura dalle città. Nel caso di Parigi, già dal 2016 il con-

capable of providing food and social support to genuine production capable of generating economies. This shift has spurred large corporations and investors to fund and establish agricultural startups in major metropolises of the Northern Hemisphere (Benis and Ferrão, 2018). The second phase has witnessed the creation of hybrid architectural forms accommodating these innovative productions. Examples include the redevelopment of entire industrial warehouses, exemplified by Aerofarm in Newark (NY), housing multi-level systems with aeroponic technology and LED (Fig. 4), the repurposing of rooftops, such as the case of Lufa Farm in Montreal (Fig. 5), consisting of hydroponic greenhouses for the year-round production of vegetables, or the creation of adaptable production modules, as seen in the Infarm project in Berlin.

Revolutionising norms through innovative design

Over the past decade, the advancement of techniques for indoor urban cultivation has been bolstered by substantial investments, transforming these technologies from experimental to industrial. This has resulted in cost reduction, increased efficiency and enhanced sustainability. Despite the rapid growth of this new industry, the regulatory adaptation of zoning plans and building regulations has not kept pace, turning this obsolescence into a hindrance to the establishment of novel ventures.

In the initial phase, many projects managed to materialise by exploiting regulatory loopholes or incorporating this new form of production within industrial-productive zoning, as seen in the cases of Lufa Farm in Montreal and of The Plant in Chicago. However,

siglio comunale ha aggiornato i regolamenti urbani includendo l'agricoltura sui tetti e ha promosso questa attività attraverso il progetto *Parisculteurs*. La modifica agli strumenti normativi ha permesso la nascita di nuove fattorie urbane come *Nature Urbaine* (Fig. 7), la più grande farm sui tetti d'Europa, la *Cité Maraîchère* a Romainville (Fig. 8) che sperimenta la *mixité* funzionale, tra produzione, consumo, attività collettive e educative. Parigi è stata la città francese capofila di questa innovazione, che poi ha trovato terreno fertile in altre realtà come Nantes, con il progetto *Les 5 Ponts* (Ingaramo *et al.*, 2023).

Nel contesto del bacino del Mediterraneo, nonostante l'entusiasmo per riportare l'agricoltura indoor in contesti urbani, gli strumenti normativi presentano ancora difficoltà nel considerare tale attività come coerente con la struttura urbana, come nel caso di Torino. La città, tuttavia, sta attualmente lavorando alla formulazione di un nuovo piano regolatore. Anche a Barcellona, il Piano Generale Metropolitan non consente attività agricole all'interno della città e rende illegale la commercializzazione di questi prodotti. Inoltre, il Codice Tecnico Edilizio Spagnolo presenta molte limitazioni per l'installazione di serre o altri elementi sui tetti (Zambrano Prado *et al.*, 2021).

In conclusione, si evidenzia che l'implementazione dell'agricoltura indoor ha catalizzato l'emergere di innovativi paradigmi progettuali ibridi all'interno dei tessuti urbani e degli edifici. Tuttavia, in alcuni contesti, le attuali disposizioni normative hanno costituito un ostacolo al progresso progettuale, giungendo in alcuni casi a costringere le iniziative entro vincoli eccessivamente rigidi, con conseguente limitazione dello sviluppo. In contrasto, in contesti come quello nordamericano, caratterizzato da una maggiore flessibilità delle normative, il progetto si

regulations still posed a barrier. In certain contexts, cities such as New York City, Boston, Montreal and Paris have been responsive to this growing need, adapting some regulatory frameworks to promote urban agriculture as a solution for sustainable urban development.

For instance, New York City established a dedicated municipal office to promote urban agricultural activity, namely the Mayor's Office of Urban Agriculture (MOUA)¹. In April 2012, the City Council adopted the Zone Green Text Amendment², a document regulating and facilitating the development of urban agriculture projects in all their forms, providing guidelines for Building Integrated Agriculture (BIA) as well. However, as of today, some gaps persist, with a lack of clarity and a shortage of urban support tools, as highlighted by the Agriculture³

agency. In certain cases, to incentivise the creation of productive greenhouses on rooftops and overcome obstacles imposed by zoning plans, such as height limits, the NYC Departments of Buildings and City Planning developed an exemption programme for greenhouses located on buildings that have reached or exceeded their Floor Area Ratio (FAR) concession (New York City Council, 2010). The changes made to regulatory tools also include the possibility of introducing productive greenhouses on the roofs of industrial, commercial, residential and school buildings. Among the more proactive cities in North America, Boston was one of the first to integrate regulatory tools for various types and technologies of urban agriculture (both BIA and traditional), providing precise prescriptions on dimensions and land use. The adoption of Article

è configurato come un pilastro su cui basare la formulazione di nuove regolamentazioni. Dopo una fase iniziale di sperimentazione, le tecnologie e le tipologie architettoniche sono state ampiamente validate dalle casistiche realizzate, pertanto, sussiste la necessità di rivedere gli strumenti regolatori per consentire lo sviluppo di questa pratica come complementare alla produzione tradizionale.

NOTE

¹ <https://www.nyc.gov/site/agriculture/index.page>

² https://www.nyc.gov/assets/planning/download/pdf/plans/zone-green/zone_green.pdf

³ <https://www.agritecture.com/blog/2022/8/10/5-things-nycs-new-director-of-urban-agriculture-should-do-in-their-first-year>

⁴ <https://www.iec.ch/blog/standards-supporting-vertical-farming>

REFERENCES

Adam-Bradford, A., Hoekstra, F., and van Veenhuizen, R. (2009), "Linking relief, rehabilitation and development- A role for urban agriculture", *Urban Agriculture*, Vol. 21, pp. 3-10. Available at: urban-agriculture-eu-rope.org/files/adam-bradford_2009_linking_relief_rehabilitation_and_development_a_role_for_urban_agri-culture.pdf (Accessed on 09/09/2023).

Al-Kodmany, K. (2018), "The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City", *Buildings*, Vol. 8, n. 24, pp. 2-36.

Benis, K. and Ferrão, P. (2018), "Commercial farming within the urban built environment - Taking stock of an evolving field in northern countries", *Global Food Security*, Vol. 17, pp. 30-37. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.03.005> (Accessed on 09/09/2023).

89 titled "Made Easy Urban Agriculture Zoning for The City of Boston" in 2013 falls within the Urban Agriculture Rezoning Initiative, and is an integral part of the Boston Zoning Code (City of Boston, 2013).

In Canada, the case of Lufa Farm in Montreal represents a successful mediation between existing norms and regulatory gaps, simultaneously steering towards the adaptation of regulatory tools to facilitate the emergence of these high-tech agricultural ventures. Lufa Farm, founded by Mohamed Hage, stands among the pioneers in introducing Building Integrated Agriculture (BIA) practices. What began as a small greenhouse on the roof of McGill University quickly transformed into Canada's largest greenhouse farming enterprise, strategically situating itself atop industrial areas and revitalising abandoned facilities. The initial

rooftop project in the Ahuntsic Cartierville industrial building area (Fig. 6) resulted from adapting the greenhouse to building code regulations. The codes treated the new addition as a fully habitable space, necessitating features such as bathrooms, access with stairs and elevators, bracing and seismic structures, use of approved materials, etc., leading to a significantly higher investment compared to a conventional greenhouse. This experience initially catalysed the review of regulatory processes.

Despite the current support of the city of Montreal for urban agriculture (Pourias *et al.*, 2016) and the Ministry of Agriculture's investments under the Sustainable Canadian Agricultural Partnership, aimed at promoting technological and robotic advancements in indoor farms, Mark Lefsrud, professor at McGill University, identifies

07| Vista dell'esterno di Nature Urbaine, Nature Urbaine
Exterior view of Nature Urbaine, Nature Urbaine



|07

08| Vista dell'esterno di Cité Maréchère a Romainville, Guillaume Maucuit Lecomte
Exterior view of Cité Maréchère in Romainville, Guillaume Maucuit Lecomte



|08

City of Boston. Article 89 Made Easy Urban Agriculture Zoning For The City of Boston, Pub. L. No. Art. 89, Boston Zoning Code (2013).

Despommier, D. (2010), *The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century*, St. Martin Press, New York, US.

Ingaramo, R., Negrello, M., Khachatourian Saradehi, L. and Khachatourian Saradehi, A. (2023) “Transcalar project of nature-based solutions for the 2030 Agenda. Innovations and interconnections,” *AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design*, Vol. 13, pp. 97-108. Available at: <https://www.agathon.it/agathon/article/view/349> (Accessed on 09/09/2023).

Lovell, A. (2022), *Quebec leads indoor urban agriculture trend*, *Country Guides News*, Available at: <https://www.country-guide.ca/news/quebec-leads-indoor-urban-agriculture-trend/> (Accessed on 09/09/2023).

Morabito, V. (2021) “Ecology, landscape, and urban agriculture. An innovative envelope for vertical farms”, *TECHNE – Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 22, pp. 149-158. Available at: <https://oaj.fupress.net/index.php/techne/article/view/10588> (Accessed on 09/09/2023).

Moghimi, F. and Asiabanpour, B. (2023), “Economics of vertical farming in the competitive market”, *Clean Techn Environ Policy*, Vol. 25, pp. 1837-1855. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-023-02473-8> (Accessed on 09/09/2023).

Negrello, M. (2018), “Progettare l’agricoltura del futuro. Architetture e agricoltura: le smart Technologies per la nuova produzione agricola urbana”, *OFFICINA*, Vol. 21, pp. 10-15.

Negrello, M. (2019), *Architecture for urban agriculture – Spaces and architectures for commercial indoor zero-acreage farms*, Doctoral Dissertation, Doctoral Program in Architecture – History and Project (31st Cycle), DAD – Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino.

Negrello, M., Roccaro, D., Santus, K. and Spagnolo, I. (2022) “The Resilience of urban agriculture in the European context”, *AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design*, Vol. 11, pp. 74-83. Available at: <https://www.agathon.it/agathon/article/view/292> (Accessed on 09/09/2023).

an ongoing lack of clarity in building regulatory devices, and emphasises the urgent need for greater definition of building standards and regulations (Lovell, 2022). However, there has been some international progress in defining the initial standard guidelines for technologies used in indoor and vertical farming by the International Electrotechnical Commission⁴.

In Europe, regulatory matters vary among individual nations or even cities. In the case of Paris, as early as 2016, the city council updated urban regulations to include rooftop agriculture, and promoted this activity through the Pariculteurs project. The modification of regulatory tools allowed the emergence of new urban farms like Nature Urbaine (Fig. 7), the largest rooftop farm in Europe, and Cité Maréchère in Romainville (Fig. 8), experimenting with functional mixing of production,

consumption, collective and educational activities. Paris led this innovation in France, later finding fertile ground in other places like Nantes, with the Les 5Pons project (Ingaramo *et al.*, 2023). In the context of the Mediterranean basin, despite the enthusiasm for reintroducing indoor agriculture to urban settings, regulatory instruments still face difficulties in considering this activity compatible with urban structures, as observed in the case of Turin. However, the city is currently formulating a new regulatory plan. Similarly, in Barcelona, the Metropolitan General Plan does not permit agricultural activities within the city and makes the commercialisation of these products illegal. Additionally, the Spanish Building Technical Code imposes numerous limitations on the installation of greenhouses or other elements on rooftops (Zambrano Prado *et al.*, 2021).

New York City Council (2010), *FoodWorks: A Vision to Improve NYC’s food system*. Available at: <http://growingfoodconnections.org/gfcpolicy/foodworks-a-vision-to-improve-nycs-food-system/> (Accessed on 09/09/2023).

Orsini, F. (2022), “Food Vertigo. Processes and devices for metropolitan food resilience”, *TECHNE – Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 23, pp. 104-116. Available at: <https://doi.org/10.36253/techne-12139> (Accessed on 09/09/2023).

Paris City Council (2016), REGULATIONS General urban zone, Available at: <https://cdn.paris.fr/paris/2020/02/26/16107d9c38a049046444a7b6301df1aa.ai> (Accessed on 09/09/2023).

Pourias, J., Aubry, C. and Duchemin, E. (2016), “Is food a motivation for urban gardeners? Multifunctionality and the relative importance of the food function in urban collective gardens of Paris and Montreal”, *Agric Hum Values*, Vol. 33, pp. 257–273. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10460-015-9606-y> (Accessed on 09/09/2023).

Taylor, J.R., and Lovell, S.T. (2014), “Urban home food gardens in the Global North: research traditions and future directions”, *Agriculture and Human Values*, Vol. 31, n. 2, pp. 285-305. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9475-1> (Accessed on 09/09/2023).

Searchinger, T.D., Wirsenius, S., Beringer, T. and Dumas, P. (2018), “Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change”, *Nature*, Vol. 564, n. 7735, pp. 249-253. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z> (Accessed on 09/09/2023).

Simpson, C. (2020), “Updating the Building Code to Include Indoor Farming Operations”, *Journal of Food Law & Policy*, Vol. 15, n. 2. Available at: <https://scholarworks.uark.edu/jflp/vol15/iss2/5> (Accessed on 09/09/2023).

Zambrano-Prado, P., Pons-Gumí, D., Toboso-Chavero, S., Parada, F., Josa, A., Gabarrell, X. and Rieradevall, J. (2021), “Perceptions on barriers and opportunities for integrating urban agri-green roofs: A European Mediterranean compact city case”, *Cities*, Vol. 114, p. 103196. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103196> (Accessed on 09/09/2023).

In conclusion, the implementation of indoor agriculture has spurred the emergence of innovative hybrid design paradigms within urban fabrics and buildings. However, in some contexts, existing regulatory provisions have functioned as a hindrance to project progress, sometimes constraining initiatives within excessively rigid constraints, resulting in limited development. In contrast, in contexts such as North America, characterised by greater regulatory flexibility, the project has become a cornerstone on which to base the formulation of new regulations. After an initial phase of experimentation, technologies and architectural typologies have been widely validated by case studies. Therefore, there is a need to revise regulatory tools to enable the development of this practice as complementary to traditional production.

NOTES

¹ <https://www.nyc.gov/site/agriculture/index.page>

² https://www.nyc.gov/assets/planning/download/pdf/plans/zone-green/zone_green.pdf

³ <https://www.agritecture.com/blog/2022/8/10/5-things-nycs-new-director-of-urban-agriculture-should-do-in-their-first-year>

⁴ <https://www.iec.ch/blog/standards-supporting-vertical-farming>