

# Ridurre i consumi energetici e ottimizzare le risorse con l'agricoltura di precisione

Con l'incremento della popolazione mondiale alla metà di questo secolo la domanda di prodotti agricoli è destinata ad aumentare del 50%. Ottenere maggiori quantità di raccolti riducendo i consumi energetici, con maggiore efficienza e ottimizzando le risorse diventa quindi sempre più essenziale. Su questo fronte ENEA è impegnata in diversi progetti anche nel campo dell'illuminazione e del condizionamento delle strutture "indoor".

DOI 10.12910/EAI2020-086

di Luca Nardi, Angiola Desiderio, Ombretta Presenti, Elisabetta Bennici, Giulio Metelli, Laboratorio Biotecnologie, Giuseppe Corallo, Sezione Supporto tecnico strategico, ENEA

**E**NEA svolge ormai da anni attività di sviluppo e messa a punto di tecnologie innovative nel settore dell'agricoltura di precisione con particolare attenzione all'utilizzo delle risorse soprattutto l'energia elettrica per l'illuminazione e il condizionamento delle strutture "indoor". Ad oggi sono state realizzate diverse strutture<sup>1</sup>, tutte basate sull'integrazione di luci LED specifiche (spettro ed intensità ottimizzati per la crescita delle piante) con sensoristica avanzata nei sistemi di gestione e controllo, così da poter seguire e gestire in tempo reale il processo di crescita e sviluppo delle piante utilizzando tecniche di diagnostica non distruttive di ottimizzazione.

## Ottimizzare i sistemi di produzione, local food, plant factories e vertical farms

In quest'ultimo decennio il rapido incremento della popolazione mondiale e la crescente urbanizzazione hanno accresciuto la richiesta di approvvigionamenti alimentari, intensificando la pressione sulle risorse naturali con conseguente deforestazione, degrado dei suoli ed

emissioni di gas serra. Entro il 2050 questa situazione sarà ulteriormente esasperata poiché si stima il raggiungimento dei 10 miliardi di individui sul pianeta, di cui oltre il 70% concentrato nelle città (World Population Prospects:

The 2019 Revision). Tutto ciò comporterà un aumento del 50% della domanda mondiale di prodotti agricoli che renderà indispensabile il rafforzamento del sistema di distribuzione alimentare con conseguenti effetti sull'inquinamento

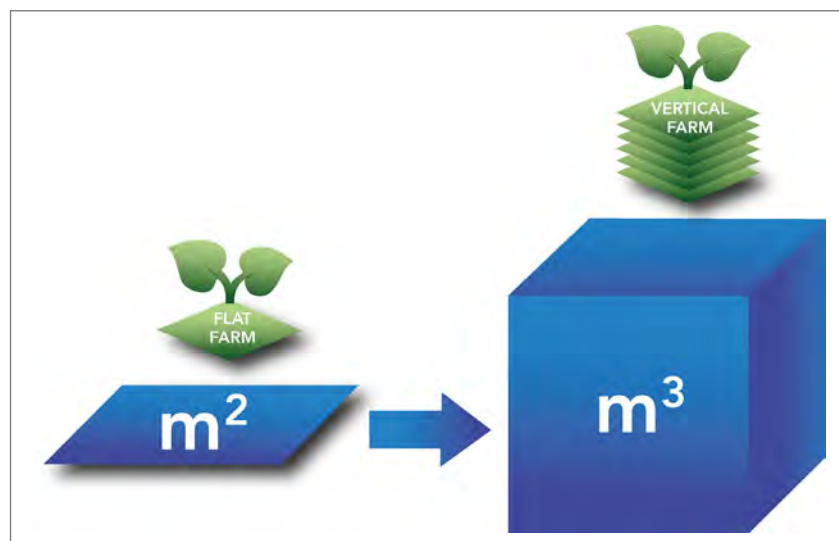


Fig. 1 Il passaggio da agricoltura tradizionale (Flat Farm) all'agricoltura verticale (Vertical farm) viene realizzato grazie alla illuminazione artificiale LED che permette di realizzare spazi produttivi multilivello

ambientale. Diventa perciò imperativo accrescere le produzioni e ottimizzare l'utilizzo delle risorse, attraverso un'attenta gestione dei consumi di energia, di fertilizzanti, di acqua e uno sfruttamento ottimale degli spazi, con l'estensione delle coltivazioni anche nelle aree urbane e periurbane, creando veri e propri centri di produzione distribuita a chilometro zero. La prospettiva è anche quella di ridurre sostanzialmente la distanza tra produttore e consumatore (produzione di cibo locale, "local food") limitando il traffico dei mezzi di trasporto che contribuiscono pesantemente all'inquinamento dell'aria, attraverso i gas di scarico, e del suolo, associato al logoramento degli pneumatici. Lo sviluppo di un'agricoltura urbana, con minore consumo di energia legata ai trasporti, si inserisce perfettamente nell'ottica di un'economia circolare, che mira appunto a rendere più sostenibili i processi produttivi, adottando un approccio integrato di tecnologie innovative e buone pratiche agronomiche, per migliorare qualità alimentare e rese produttive, limitando scarti e perdite. La chiave del successo dell'agricoltura urbana è la coltivazione fuori suolo, basata su soluzioni tecnologiche di avanguardia che consentono di accrescere la produzione, di abbattere l'uso di fertilizzanti e pesticidi e produrre alimenti privi di contaminanti grazie soprattutto alla filtrazione spinta dell'aria all'interno di questi impianti ed a buone pratiche agronomiche e di processo.

### Agricoltura di precisione e risparmio energetico

L'agricoltura in ambiente controllato integra le tecniche di coltivazione idroponica all'interno di spazi confinati, in cui si definiscono e controllano con precisione tutta una serie di parametri ambientali quali la temperatura dell'aria e della soluzione nutritiva, l'umidità dell'aria e del substrato di coltivazione, la conducibilità elettrica, il pH e la concentrazione dei vari elementi della soluzione nutritiva, la quantità e la qualità dell'illuminazione artificiale, la ventilazione e

la qualità dell'aria e lo scambio gassoso puntando all'incremento della pressione parziale dell'anidride carbonica per poter favorire il processo fotosintetico. Uno dei sistemi più efficaci di coltivazione per il controllo e l'ottimizza-

zione dei parametri di crescita delle piante è quella fuori suolo che si basa sulle tecniche di coltivazione idroponica che permettono un uso attento e misurato delle risorse e migliorano sensibilmente la qualità delle colture,

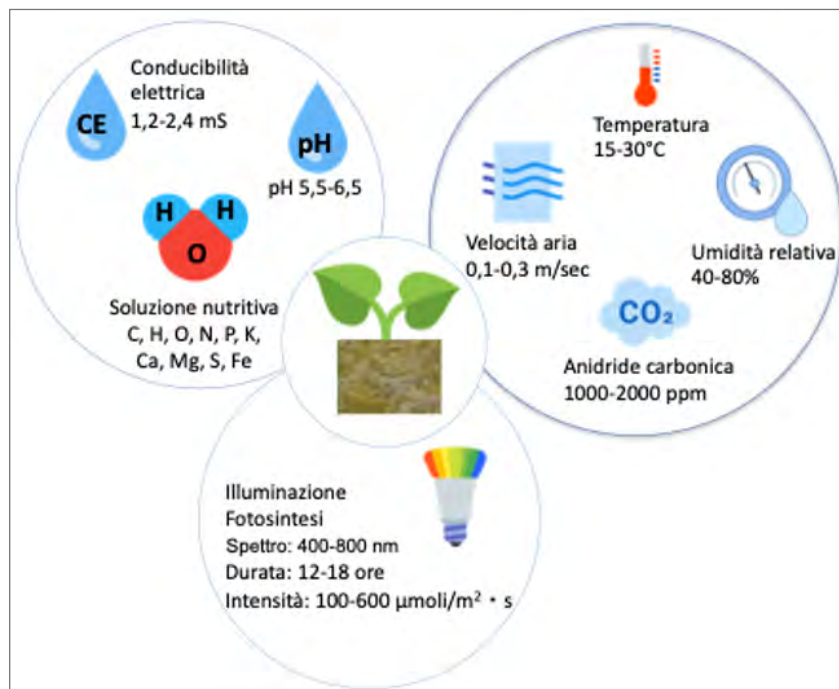


Fig. 2 Fattori importanti per la crescita delle piante nelle fattorie indoor. La qualità e la quantità della luce sono due dei più importanti fattori per aumentare la crescita delle piante

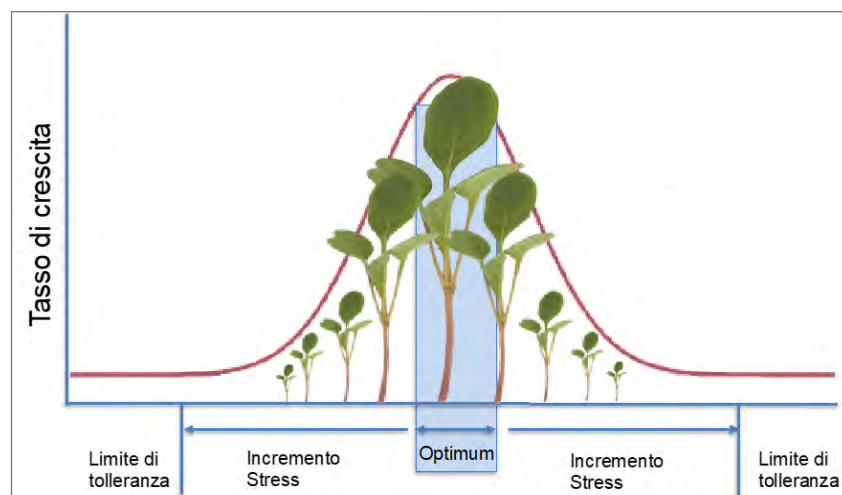


Fig. 3 Ottimizzazione dei parametri ambientali quali temperatura ed umidità relativa dell'aria, intensità e durata e qualità (spettro) dell'illuminazione per migliorare la crescita e lo sviluppo delle piante in modo da ottenere a parità di condizioni le migliori rese produttive e qualità nutrizionali raggiungibili

riducendo al tempo stesso il consumo idrico grazie al riciclo della soluzione di irrigazione e al recupero dell'acqua evapotraspirata per condensazione. Questo sistema può essere combinato con l'illuminazione LED, che permette un notevole risparmio energetico, grazie alla riduzione dei consumi alla maggiore durata delle lampade. L'utilizzo dell'illuminazione artificiale, e in particolare quella LED, consente inoltre di formulare specifiche 'ricette di luce' a seconda della specie coltivata e dello stadio di sviluppo per guidarne efficacemente i processi metabolici ottimizzando i consumi. ENEA è leader in questi settori grazie a competenze multidisciplinari consolidate nel panorama scientifico nazionale e internazionale dei sistemi, prodotti e processi ecosostenibili per la Bioeconomia; dell'agricoltura di precisione e resiliente per la sostenibilità e la difesa delle produzioni; della tracciabilità, qualità e sicurezza dei prodotti alimen-

tari; dei processi e prodotti innovativi per la salute e il benessere umano. Negli anni sono state sviluppate piattaforme tecnologiche all'avanguardia a supporto delle attività che afferiscono alla Divisione Biotecnologie e Agroindustria. Nell'ambito delle attività di 'vertical farming' sono stati realizzati diversi prototipi multilivello per la coltivazione di piante in ambienti estremi (Hort<sup>2</sup> e Hort<sup>3</sup>) sia per applicazioni agrosenziali (partecipazione alle missioni AMA-DEE18 ed IGLUNA 2020 vedi [www.hortspace.enea.it](http://www.hortspace.enea.it)) sia in ambito urbano, frutto anche delle molteplici collaborazioni avviate con le imprese private.

### Principali iniziative progettuali

Nell'ambito del Progetto CHEF ("Container High-density Ecological Farm") è stato realizzato, in collaborazione con la società Ferrari Farm, un sistema "containerizzato" per la coltivazione idroponica automatizzata di microverdure ad

elevato grado di contenimento, dotato di lampade LED appositamente sviluppate. Questo sistema (SHELTER) prevede un elevato livello di isolamento rispetto all'ambiente esterno ed una riduzione dei consumi energetici grazie a corpi illuminanti raffreddati ad acqua, e il suo impiego è idoneo a situazioni fortemente contaminate come le aree urbane. Un sistema analogo è stato sviluppato per il progetto "MIG - Military Innovative Greenhouse (Factory farm, Figura 5) nell'ambito del Piano Nazionale della



Fig. 5 Container CHEF in pannello a sx con in basso dettaglio dell'interno dello spazio di coltivazione per la coltura di microverdure. Nel pannello a dx la factory farm MIG (Military Innovative Greenhouse)

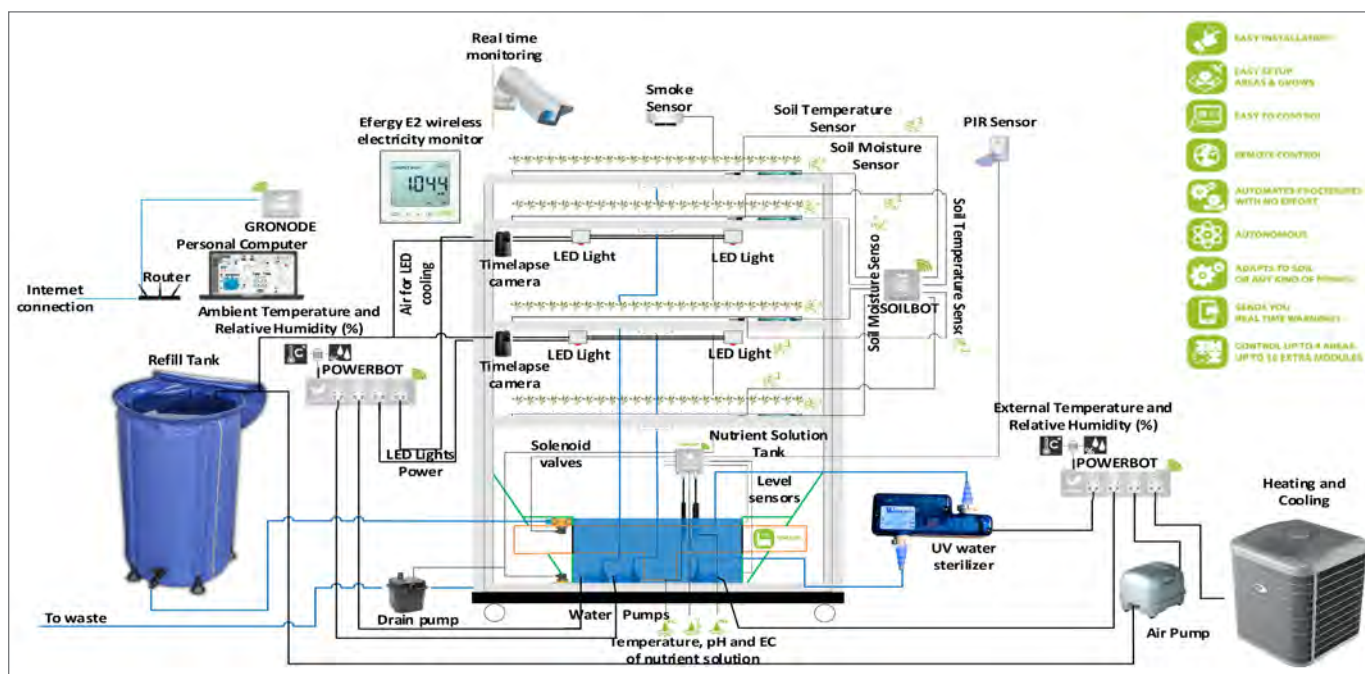


Figura 4 Modulo di coltivazione Hort<sup>3</sup> per la produzione automatizzata di microverdure con illuminazione LED specifica. Il sistema di gestione e controllo permette di controllare i principali parametri ambientali (T °C e Umidità Relativa % dell'aria), l'illuminazione (intensità e durata) e analizzare il consumo elettrico (monitor Efergy Elite) ed idrico (metodo gravimetrico)

Ricerca Militare – in collaborazione con Acta Invicta Srl e G&A Engineering Srl che ha previsto la realizzazione, all'interno di uno container chiuso, di una vera e propria fattoria automatizzata per produrre vegetali in grado di soddisfare le

esigenze alimentari quotidiane di personale militare dispiegato, in operazioni di pace in aree fortemente disagiate, povere o prive di risorse naturali. Il progetto ha permesso la produzione di micro-verdure e baby-verdure (piante ortive di

15-20 giorni, particolarmente ricche di nutrienti, vitamine e sali minerali) con elevate rese, coltivate in modo completamente automatico e computerizzato in ambiente controllato e sterile, senza l'impiego di personale specializzato.

1. Dalla serra a contenimento con impianto di solar cooling alle camere di crescita sterili di ultima generazione, ai sistemi prototipali automatizzati (Hort<sup>2</sup> e Hort<sup>3</sup>)

### BIBLIOGRAFIA

- T. Kozai, G. Niu and M. Takagaki, (2020), "Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production" 2nd edition. Academic Press Elsevier
- T. Kozai, K. Fujiwara and E. Runkle, (2016), "LED Lighting for Urban Agriculture". Springer Nature Horticulture LED Lighting: Technology, Industry, and Market Trends. 2017 Report Yole Development and PISEO
- C. M. Geilfus, (2019), "Controlled Environment Horticulture: Improving quality of vegetables and medicinal plants". Springer International Publishing
- L. Corsini, K. Wagner, A. Gocke, T. Kurth, (2015), "Crop Farming 2030 The Reinvention of the sector", Technical Report BCG. The Boston Consulting Group
- N. Alexandratos and J. Bruinsma, (2012), "World Agriculture towards 2030/2050. The 2012 Revision". Technical Report ESA Working Paper No. 12-03. Agricultural Development Economics Division FAO. <http://www.fao.org/economic/esa>
- Newbean Capital, (2017), "Indoor Crop Production. Feeding the Future. White Paper" <https://indoor.ag/whitepaper/>

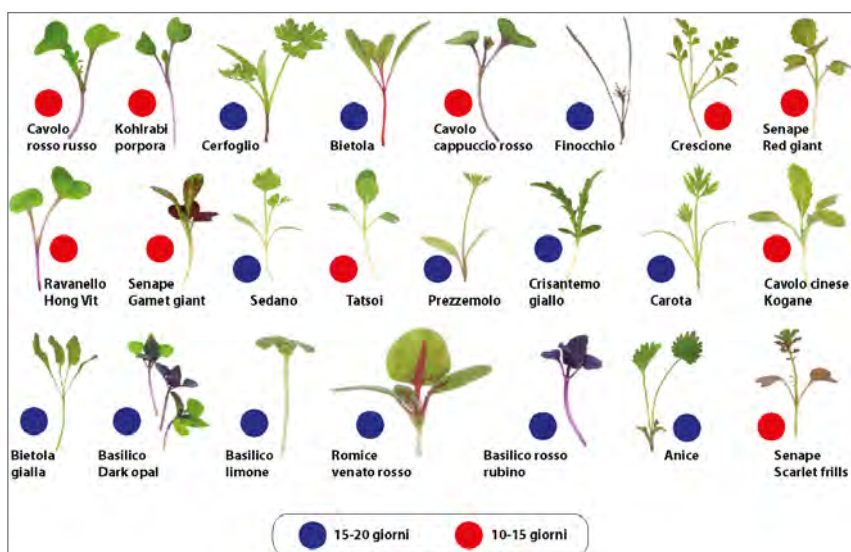


Fig. 6 Specie più utilizzate per la coltivazione di microverdure divise in due grandi gruppi: quelle a ciclo breve che possono essere raccolte dai 7-15 giorni e quelle a ciclo lungo dai 15 ai 20 giorni



Fig. 7 Produzione di microverdure nel prototipo Hort<sup>3</sup> a supporto delle missioni AMADEE18 nel pannello in alto e IGLUNA2020 nel pannello in basso ([www.hortspace.enea.it](http://www.hortspace.enea.it))