



**VFARM**

**Vertical Farming Sostenibile**

**D4.2 INVENTARIO DATI PRIMARI PER  
VERTICAL FARMS**



<b>Acronimo:</b>	<b>VFarm</b>
<b>Titolo completo:</b>	<b>Vertical Farming sostenibile</b>
<b>Codice progetto:</b>	<b>2020ELWM82</b>
<b>Finanziamento</b>	<b>PRIN</b>
<b>Coordinatore:</b>	<b>Università di Bologna</b>
<b>Inizio del progetto:</b>	<b>8 Maggio, 2022</b>
<b>Durata del progetto:</b>	<b>36 mesi</b>

	<b>Caratteristiche documento</b>
<b>Titolo documento del</b>	<b>D4.2 Inventario dati primari per vertical farms</b>
<b>Work Package:</b>	<b>WP4</b>
<b>Partner responsabile:</b>	<b>Alma Mater Studiorum – Università di Bologna</b>
<b>Autori principali:</b>	<b>Simone Amadori, Anna Niero, Andrea Vicinanza, Simone Prospero, Asia Cotrufo, Matteo Vittuari</b>
<b>Altri autori:</b>	<b>Francesco Orsini; Silvia Locatelli; Paolo Sambo; Carlo Nicoletto; Stefania de Pascale; Christophe El Nakhel; Fabiana Marino; Silvana Nicola</b>
<b>Numero di pagine:</b>	<b>29</b>



## Indice dei contenuti

1. Introduzione.....	4
1.1 Obiettivi del progetto .....	4
2. Goal and scope .....	6
3. Inventario dati primari per vertical farms .....	8
3.1 Tipologie di prodotti.....	8
3.2 Unità di Ricerca (UR) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Lattuga in container farm (UNIBO) .....	11
3.3.1 Dati economici.....	12
3.3.2 Dati ambientali .....	12
3.3.3 Dati sociali.....	14
3.4 Canapa industriale in mini-VF (UNINA) .....	14
3.4.1 Dati economici.....	15
3.4.2 Dati ambientali .....	16
3.4.3 Dati sociali.....	17
3.5 Basilico in micro-indoor farm (UNITO) .....	18
3.5.1 Dati economici.....	18
3.5.2 Dati ambientali .....	20
3.5.3 Dati sociali.....	22
3.6 Lattuga in colonne acquaponiche verticali (UNIPD) .....	22
3.6.1 Dati economici.....	23
3.6.2 Dati ambientali .....	24
3.6.3 Dati sociali.....	26
5. Sitografia .....	28



## Indice delle tabelle

Tabella 1: Obiettivo dello studio, adattato dal modello di EC, REC. (UE) 2021/2279 Annex I. Product Environmental Footprint Method .....	7
Tabella 2 Le quattro vertical farm sperimentali analizzate.....	11
Tabella 3: Dati economici UNIBO .....	12
Tabella 4: Dati ambientali UNIBO .....	13
Tabella 5: Fertilizzanti UNIBO.....	14
Tabella 6: Dati sociali UNIBO .....	14
Tabella 7: Dati economici UNINA.....	16
Tabella 8: Dati ambientali UNINA .....	17
Tabella 9: Dati sociali UNINA.....	18
Tabella 10: Dati economici UNITO.....	20
Tabella 11: Dati ambientali UNITO .....	22
Tabella 12: Dati sociali UNITO.....	22
Tabella 13 Dati economici UNIPD.....	24
Tabella 14 Dati ambientali UNIPD .....	26
Tabella 15 Dati sociali UNIPD.....	26



# 1. Introduzione

Il progetto VFarm – Vertical Farming sostenibile (CUP: J33C20002350001) è un progetto PRIN (progetti di ricerca di rilevante interesse nazionale) finanziato nell’ambito della call 2020. Il progetto mira all’identificazione di strategie innovative per il *vertical farming*, implementando un approccio interdisciplinare che integra orticoltura e fisiologia vegetale con applicazioni negli ambiti dell’ingegneria e delle scienze economiche ed ambientali. Il progetto mira a definire le caratteristiche ottimali di sistemi di coltivazione e controllo climatico, adattando le tecnologie alle diverse specie coltivate e consentendo di progettare unità di coltivazione modulari ed adattabili a diversi contesti in città italiane. Inoltre, promuove collaborazioni tra le università partner e aziende operanti nel settore per consentire un rapido trasferimento delle conoscenze generate, permettendo infine l’identificazione e la validazione delle soluzioni tecnologiche ottimali per l’implementazione del *vertical farming* in Italia. VFarm è coordinato dall’Università di Bologna Alma Mater Studiorum, e ha come partner l’Università di Napoli Federico II, l’Università degli Studi di Torino e l’Università degli Studi di Padova.

## 1.1 Obiettivi del progetto

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

- Studiare l’adattabilità di 7 tipologie di prodotti al *vertical farming* (WP2)
- Progettare soluzioni tecnologiche ottimali in termini di sistemi di coltivazione, gestione della luce e controllo del clima (WP3)
- Valutare la sostenibilità, sociale, ambientale ed economica delle *vertical farm* (VF) tramite analisi del ciclo di vita (LCA, eLCC e S-LCA) e con riferimento all’uso delle risorse (energia, acqua e nutrienti) (WP4)



- Definire le tecnologie ottimali, integrandole sia a VF di piccola scala realizzate all'interno di container sia a quelle a grande scala realizzate all'interno di magazzini industriali (WP5).



## 2. Goal and scope

Come descritto nel precedente deliverable (D4.1), lo scopo dello studio consiste nel valutare e confrontare le performance ambientali, sociali ed economiche di quattro prodotti ottenuti da VF, tramite approccio *cradle-to-consumer* (C2C). La lattuga è stata scelta come *baseline* per la comparazione, essendo un modello di riferimento (*benchmark*) particolarmente adatto per confrontare le suddette performance con quelle degli altri prodotti di agricoltura verticale.

Per questo motivo, in una prima fase verrà costruito un modello basato sulla lattuga *baby leaf* prodotta in VF con illuminazione artificiale, che possa poi fungere da termine di confronto per le altre opzioni produttive. La produzione si svolge in Italia, attraverso sistemi in serre verticali con luce artificiale e diversi sistemi di coltivazione, che includono idroponica, aeroponica e acquaponica.

Più nello specifico, i quattro sistemi analizzati sono:

1. Produzione di lattuga *baby leaf* in sistema idroponico (UNIBO)
2. Produzione di canapa in idroponica a goccia (ciclo chiuso) (UNINA)
3. Produzione di basilico in sistema idroponico (UNITO)
4. Produzione di lattuga in colonne acquaponiche (UNIPD)

Per catturare le diverse caratteristiche e analizzare i *trade-off* tra la performance ambientale, sociale ed economica dei modelli in esame sono state selezionate diverse unità funzionali (UF) per rispecchiare lo scopo della valutazione:

- Per l'analisi LCA, è stata selezionata un'UF *mass-based*: 1kg di prodotto fresco
- Per l'analisi eLCC, è stata selezionata un'UF *money-based*: 1€ di ricavo dalla vendita del prodotto



- Per l'analisi S-LCA, è stata selezionata un'UF *organization-based*: 1 anno di attività dell'iniziativa

Questa struttura permette di evidenziare gli *hotspot* ambientali, sociali ed economici di ciascuna opzione produttiva e supportare la definizione dei modelli di business più adatti a sfruttare commercialmente queste tecnologie.

Lo studio si riferisce ad un anno di attività delle varie VF analizzate. I risultati saranno commentati anche rispetto a dati derivanti dalla letteratura riferiti a produzioni analoghe effettuate in serre convenzionali e saranno utilizzati per informare la pianificazione strategica aziendale e il *policy-making* verso la promozione del settore. La Tabella 1 riassume le principali informazioni relative all'obiettivo dello studio.

<b>Applicazione prevista</b>	Informare la pianificazione strategica aziendale e il processo decisionale pubblico
<b>Motivi per cui si sviluppa lo studio, contesto decisionale e committente</b>	Progetto di ricerca nazionale
<b>Destinatari</b>	Aziende e <i>polycymakers</i>
<b>Strategia di verifica</b>	Diffusione di inventari su richiesta

Tabella 1: Obiettivo dello studio, adattato dal modello di EC, REC. (UE) 2021/2279 Annex I. Product Environmental Footprint Method

Infine, in merito alle limitazioni dello studio, queste riguardano:

- La disponibilità di dati;
- La scala pilota di alcuni dei sistemi analizzati;
- Le stime effettuate rispetto ai costi.





## 3. Inventario dati primari per vertical farms

Questa sezione è dedicata alla presentazione dei dati raccolti per la valutazione della sostenibilità di 4 diverse tipologie di prodotti adattabili al vertical farming (D4.3) e delle opportunità di mercato per il vertical farming (D4.4). Per ogni scenario analizzato sono riportati i dati economici, ambientali e sociali.

### 3.1 Tipologie di prodotti

Nella Figura 1 sono descritte le tipologie di prodotto studiate in ogni UR con il dettaglio della specifica categoria di coltura; i prodotti descritti negli inventari sono cerchiati in rosso.



VFARM	UNIBO	UNINA	UNITO	UNIPD
<b>Orticole e aromatiche</b> 	Basilico, lattuga, radicchio, rucola, pomodoro		Basilico	
<b>Microgreens</b> 		Brassicaceae, Asteraceae, Amaranthaceae, Cucurbitaceae	Lamiaceae, Apiaceae	
<b>Fiori edibili</b> 			Nasturzio nano, viola odorata	
<b>Spezie</b> 	Vaniglia	Zafferano	Zafferano	
<b>Piccoli frutti</b> 	Fragola, mirtillo e lampone			
<b>Funghi</b> 				Funghi ostrica e pioppini
<b>Produzione acquaponica</b> 	Gambusie, pesci rossi, medaka carpe koi, persico trota, tinca, con lattuga e basilico	Storione, con canapa e glastum		Carpa, trota arcobaleno, persico spigola, con lattuga, basilico, peperoncino, pomodoro ciliegino e bietola da costa

Figura 1 Tipologie di prodotti delle UR analizzate

I dati primari si riferiscono a 3 diverse tipologie di prodotti adattabili al vertical farming:

- **Orticole ed aromatiche:** a questa categoria appartengono le specie modello più studiate per la coltivazione indoor (in assenza di radiazione solare). In questo deliverable vengono analizzate **lattuga** (*Lactuca*



*sativa*) e **basilico** (*Ocimum basilicum*). Il loro breve ciclo di crescita e la taglia ridotta, nonché le loro limitate esigenze climatiche o la tolleranza a fotoperiodi lunghi le rendono altamente adattabili al vertical farming, sia in strutture caratterizzati da sistemi idroponici che acquaponici.

- *Canapa medicinale*: la coltivazione di piante medicinali (tra cui la *Cannabis sativa*) in sistemi di vertical farming è particolarmente vantaggiosa, data la possibilità di controllare il fotoperiodo per ottenere dei precisi quantitativi di principi attivi, necessari per l'uso farmaceutico.

I dati primari si riferiscono alle 3 diverse tipologie di prodotti coltivati all'interno di 4 diverse Unità di Ricerca (UR) presso le Università di Bologna (UNIBO), di Napoli Federico II (UNINA), di Padova (UNIPD) e di Torino (UNITO).



UNIBO: Lattuga in container vertical farm con illuminazione artificiale e sistema idroponico

UNINA: Canapa in vertical farm con illuminazione artificiale e sistema idroponico

UNITO: Basilico in micro vertical farm con illuminazione artificiale e sistema idroponico

UNIPD: Lattuga in serra con colonne acquaponiche

Figura 2 Collocazione delle quattro vertical farm sperimentali analizzate

Considerate la marcata variabilità dei sistemi in esame evidenziata nella Tabella 2, i dati sono presentati nelle sezioni 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 separatamente



per le diverse UR, per ognuno dei 3 pilastri di sostenibilità – economico, ambientale e sociale.

Unità di ricerca	Prodotto coltivato	Sistema di coltivazione	Illuminazione artificiale	Dimensione	Grado di implementazione dei sistemi
UNIBO	Lattuga baby leaf	Idroponico	Sì	Mini	Medio
UNINA	Canapa	Idroponico	Sì	Micro	Avanzato
UNITO	Basilico	Idroponico	Sì	Mini	Medio
UNIPD	Lattuga	Acquaponico	No	Micro	Medio

Tabella 2 Le quattro vertical farm sperimentali analizzate

### 3.3 Lattuga in container farm (UNIBO)

Il sistema dell'UR UNIBO localizzato nella zona peri-urbana del comune di Bologna (BO) all'interno del progetto di agricoltura urbana SALUS Space è dotato di una struttura di tipo mini situata all'interno di un container ScalaBox® fornito da Scalabros. Il sistema non è di tipo commerciale: in questo momento nella struttura vengono svolte attività sperimentali su varie specie (lattuga, kale, microtom etc), ma sul lungo periodo si prevede una produzione volta al consumo, sfruttando anche il ristorante adiacente. Nel momento della rilevazione, lo stadio di implementazione del sistema è medio: il sistema è operativo ma rimangono delle installazioni elettriche da completare. Per questo motivo, i dati sperimentali sono riferiti ad una produzione derivante dell'utilizzo di *metà container*. La produzione di lattuga *baby leaf* avviene tramite sistema di coltivazione idroponico ebb&flow, dove le piante sono inserite in cilindri di torba posti in vasche di coltivazione in materiale plastico, mentre con l'aiuto di una pompa la soluzione nutritiva viene ciclicamente trasportata verso il substrato ad intervalli regolari. Il sistema di coltivazione al momento della valutazione non è climatizzato, e la raccolta avviene manualmente, risultando in una perdita di produzione molto ridotta (~0%). La valutazione dell'attività è stata svolta durante un periodo di due mesi che va da dicembre 2023 a gennaio 2024.



### 3.3.1 Dati economici

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Struttura	Costo tot. Struttura	Sistema di coltivazione	€	75000
Sistema di coltivazione	Illuminazione	22 lampade e programmi di controllo	€	16325
Consumabili	Fertilizzanti	Stima su 9500 L di acqua usati sulla base di una soluzione nutritiva per 100 L	€ anno <sup>-1</sup>	23
	Semi	ca. 1000 semi a busta, €1,55 a busta	€ anno <sup>-1</sup>	12.90
	Costo energetico tot.	Consumo luce e clima	kWh anno <sup>-1</sup>	7147.44
Personale	Personale	1 ricercatore (tempo parziale)	€ anno <sup>-1</sup>	5040
Manutenzione	Sostituzione led	1,5% ogni due anni (lampade poco complesse, molto potenti)	€ anno <sup>-1</sup>	122.44

Tabella 3: Dati economici UNIBO

### 3.3.2 Dati ambientali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Prodotto	Resa	Stima	kg m <sup>-2</sup> ciclo <sup>-1</sup>	4.20
	Durata ciclo riproduttivo		giorni	30
	Cicli	Stima	n anno <sup>-1</sup>	12
	Resa all'anno	Stima	kg m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	50.4
	Produzione tot.	Stima	kg anno <sup>-1</sup>	725.76



Struttura	Area		m <sup>2</sup>	14.4
	Lunghezza		m	12
	Larghezza		m	1.2
	Altezza		m	2.4
Sistema di coltivazione	Piani di coltivazione	Vassoio drenante in materiale plastico	n	4
	Scaffali	Acciaio	n	4
	Vasche di coltivazione	Vasche di acciaio	n	22
	Superficie di coltivazione		m <sup>2</sup>	0.663
	Altezza ripiano di coltivazione	Altezza regolabile (floating)	m	0.05
	Superficie di coltivazione tot.		m <sup>2</sup>	14.59
	Led per vasca	3 strisce tubolari Flytech <sup>®</sup>	n	1
	Illuminazione	Lampade	n	22
	Taniche sistema idroponico	Tanica da 500 litri in materiale plastico	n	4
Consumabili	Fertilizzanti	Stima su 900L di acqua usati sulla base di una soluzione nutritiva per 100L (vd. <b>Tabella 5</b> Tabella 5)	kg anno <sup>-1</sup>	14
	Semi	Stima (Semi per lattuga da taglio Blumen <sup>®</sup> )	n m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	8328
	Substrati	Torba	L m <sup>-2</sup>	36
	Consumo idrico	Stima	L anno <sup>-1</sup>	9500
	Consumo energetico tot.		kWh anno <sup>-1</sup>	7147.44

Tabella 4: Dati ambientali UNIBO

Fertilizzanti	kg
---------------	----



Fosfato monopotassico	0.6365
Nitrato ammonico	0.38
Fosfato monoammonico	0.5225
Solfato di potassio	1.254
Nitrato di magnesio	3.0495
Nitrato di calcio	3.724
Nitrato di potassio	3.6385
Mikrom	0.7467

Tabella 5: Fertilizzanti UNIBO

### 3.3.3 Dati sociali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Personale	Manodopera non specializzata	Ore di lavoro al giorno nel periodo considerato	h d <sup>-1</sup>	2
	Manodopera non specializzata	Lavoro di un ricercatore	n	1
Attività didattiche	Formazione	Workshop	n	2
Manutenzione	Sanificazione e pulizia	4 giorni di lavoro (3h al giorno)	h mese <sup>-1</sup>	12

Tabella 6: Dati sociali UNIBO

## 3.4 Canapa industriale in mini-VF (UNINA)

La *vertical farm* dell'UR dell'Università degli Studi di Napoli – Federico II (UNINA) è localizzata nella zona urbana del comune di Portici (NA). Il sistema è dotato di una camera di crescita, ed è esclusivamente di tipo sperimentale e prevede la coltivazione di canapa industriale, tramite sistema idroponico a goccia (ciclo chiuso). Nel momento della valutazione dell'attività, che va da



febbraio a giugno 2023 (5 mesi), l'implementazione del sistema risulta completa. Per quanto riguarda i dati riportati sotto, la stima della resa della canapa coltivata è data dal peso secco delle infiorescenze e delle foglie resinose (*sugar leaves*).

### 3.4.1 Dati economici

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Prodotto	Prezzo di vendita	Stima (prezzo al dettaglio)	€ kg <sup>-1</sup>	2000
<b>Struttura</b>	<b>Costo tot. struttura</b>		<b>€</b>	<b>78000</b>
Sistema di controllo climatico	Impianto di climatizzazione		€	25000
	Centralina di controllo e sensori climatici		€	4000
	Bancali		€	1000
	Impianto di fertirrigazione		€	2000
	Impianto CO <sub>2</sub>		€	1000
	<b>Costo tot. Sistema di controllo climatico</b>		<b>€</b>	<b>33000</b>
Sistema di coltivazione	Impianto di illuminazione LED		€	45000
	Scaffali e vasche		€	1100
	<b>Costo tot. sistema coltivazione</b>		<b>€</b>	<b>46100</b>
Consumabili	Fertilizzanti	Stima (4200L)	€ anno <sup>-1</sup>	10
	Semi	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	180.09
	Substrati	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	356.4
	<b>Costo tot. Fertilizzanti, semi e substrati</b>	<b>Stima</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>546.49</b>
	CO <sub>2</sub>	Stima	€ m <sup>-3</sup>	210





	Consumo idrico	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	4.2
	<b>Costo tot. CO<sub>2</sub> e acqua</b>	<b>Stima</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>214.2</b>
Personale	Personale	Stima (40 ore lavorative)	€ mese <sup>-1</sup>	2196
	<b>Costo tot. personale</b>	<b>Stima</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>26352</b>

Tabella 7: Dati economici UNINA

### 3.4.2 Dati ambientali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Prodotto	Resa	Stima	kg m <sup>-2</sup> ciclo <sup>-1</sup>	0.15
	Durata ciclo riproduttivo		giorni	53
	Cicli	Stima	n anno <sup>-1</sup>	6
	Resa all'anno	Stima	kg m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	0.9
	Produzione tot.	Stima	kg anno <sup>-1</sup>	14.4
Struttura	Area		m <sup>2</sup>	16
	Lunghezza		m	4
	Larghezza		m	4
	Altezza		m	2.5
Sistema di coltivazione	Piani di coltivazione		n	1
	Scaffali		n	2
	Vasche di coltivazione	(vasi)	n	48
	Superficie di coltivazione	Superficie per bancale	m <sup>2</sup>	3.6
	Altezza ripiano di coltivazione		m	0.8
	Superficie di coltivazione tot.		m <sup>2</sup>	7.2



	Led per vasca	Numero di barre LED per bancale, spettro variabile a 5 canali	n	30
	Illuminazione	Barre LED	n	60
	Taniche sistema idroponico	Tanica 200L in plastica	n	1
Consumabili	Fertilizzanti	Stima	kg anno <sup>-1</sup>	6.3
	Semi		n m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	40.02
	Substrati	Perlite buste da 100L	m <sup>-2</sup>	33
	Consumo idrico	Stima	anno <sup>-1</sup>	4200
	Luce		kWh giorno <sup>-1</sup>	169.62
	Luce	Stima per 1 anno basata sui dati di 1 ciclo	kWh anno <sup>-1</sup>	52920
	Clima		kWh giorno <sup>-1</sup>	168
	Clima	Stima per 1 anno basata sui dati di 1 ciclo	kWh anno <sup>-1</sup>	52416
	Consumo energetico tot.	Luce + clima	kWh anno <sup>-1</sup>	105336

Tabella 8: Dati ambientali UNINA

### 3.4.3 Dati sociali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
personale	Manodopera non specializzata	Stima ore di lavoro al giorno	h giorno <sup>-1</sup>	2
	Manodopera non specializzata	Dottorando, borsista, assegnista e ricercatore	n	4



Attività didattiche	Formazione ed eventi di disseminazione	1 tesi magistrale e 1 convegno	n	2
manutenzione	Sanificazione e pulizia	1 giornata di pulizia	h mese <sup>-1</sup>	8

Tabella 9: Dati sociali UNINA

### 3.5 Basilico in micro-indoor farm (UNITO)

La *vertical farm* dell'UR dell'Università di Torino (UNITO) è localizzata nella zona peri-urbana del comune di Grugliasco (TO). L'UR è dotata di una struttura di tipo micro-indoor farm (MitTech ®). Il sistema non è di tipo commerciale: nella struttura vengono svolte attività sperimentali. Al momento della rilevazione, il sistema non è ancora completo; la finalizzazione dell'impianto richiederà più di un anno. La produzione di basilico avviene tramite sistema di coltivazione idroponico (*floating system*). Il sistema di coltivazione al momento della valutazione non è climatizzato, e la raccolta avviene manualmente, permettendo una perdita di produzione molto ridotta (~0%). La valutazione dell'attività comprende un periodo di due mesi, che va da settembre 2023 a ottobre 2023. Il costo della spesa energetica è stato stimato rapportando il consumo energetico totale alla media del costo dell'elettricità tra ottobre 2023 e gennaio 2024.

#### 3.5.1 Dati economici

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Struttura	Struttura	Tutta la struttura, compreso costo lampade e illuminazione	€	4586.24
Sistema di coltivazione	Umidificatore		€	37
	Sistema di fertirrigazione	Fertirrigatore Nido Pro <a href="https://www.nidopro">https://www.nidopro</a>	€	1400



		.com/it/prodotto/nido/		
	Smart plug aggiuntive	Smart plug per condizionatore e umidificatore <a href="https://www.nidopro.com/it/negozi/accessori/">https://www.nidopro.com/it/negozi/accessori/</a>	€	118.1
	Nido camera	Camera per monitoraggio da remoto	€	49.05
	Temporizzatore meccanico	Temporizzatore per automatizzazione dei led	€	10
	<b>Costo tot. coltivazione</b>		<b>€</b>	<b>1614.15</b>
	Semi	Prezzo per 1000 semi	€	0.448
	Materiali coltivazione	Costo tot. di 960 cubetti di lana di roccia	€	70.08
	Fertilizzanti	Prezzo di tutti fertilizzanti	€	5.37
Consumabili	Fertilizzanti	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	59.07
	Semi	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	18.92
	Substrati	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	770.88
	<b>Costo tot. fertilizzanti, substrati e semi</b>	<b>Stima</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>848.87</b>
	Consumo idrico	Stima, <a href="https://www.smatorino.it/wp-content/uploads/2024/02/Tariffe-sii-2024.pdf">https://www.smatorino.it/wp-content/uploads/2024/02/Tariffe-sii-2024.pdf</a>	€ m <sup>-3</sup>	0.53
	Consumo idrico annuo		€ anno <sup>-1</sup>	16.70
	<b>Costo tot. consumabili</b>	<b>Stima</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>943.6</b>



Consumi energetici	<b>Costo energetico tot.</b>	<b>Stima</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>1273.41</b>
Personale	Personale	Stima	€ mese <sup>-1</sup>	356.4
	Personale	Stima	€ anno <sup>-1</sup>	4276.8

Tabella 10: Dati economici UNITO

### 3.5.2 Dati ambientali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di Misura	Dato
Prodotto	Resa		kg m <sup>-2</sup> ciclo <sup>-1</sup>	3.1
	Durata ciclo riproduttivo		giorni	33
	Cicli	Stima	n anno <sup>-1</sup>	11
	Resa all'anno	Stima	kg m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	34.1
	Produzione tot.	Stima	kg anno <sup>-1</sup>	44.78
Struttura	Area		m <sup>2</sup>	1.31
	Lunghezza		m	1.34
	Larghezza		m	0.98
	Altezza		m	2
Sistema di coltivazione	Piani	Vassoio drenante in plastica	n	4
	Scaffali	Materiale plastico	n	1
	Vasche	Materiale plastico	n	4
	Superficie di coltivazione	900 mm*1200mm	m <sup>2</sup>	1.02
	Altezza ripiano		m	0.3
	Superficie di coltivazione tot.		m <sup>2</sup>	4.08
	Led per vasca	Lampade per ripiano	n	8



	Illuminazione	Lampade per 4 ripiani	n	32
	Taniche sistema idroponico	Tanica da 250 litri in plastica (n taniche per mezzo container)	n	1
	Seminiere	150 fori quadrati	n	8
Consumabili	Semi	Semi per cubetto di lana di roccia	n	4
	Semi	Totali per ciclo (n semi*n cubetti)	n	<b>3840</b>
	Semi	Peso 1000 semi di basilico	kg	0.0016
	Semi	Stima	n m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	42240
	Materiali coltivazione	4 Vassoi da 150 cubetti l'uno	kg	<b>2.66</b>
	Materiali coltivazione	Cubetti di lana di roccia	n	960
	Fertilizzanti	Sommatoria di diversi fertilizzanti	kg	<b>0.63</b>
	Fertilizzanti	Fertilizzanti per ciclo (Stima)	kg anno <sup>-1</sup>	6.94
	Acqua	Acqua per ciclo	L	220
	Acqua	Stima	L anno <sup>-1</sup>	2420
	Substrati	Stima cubetti all'anno	n	10560
	Luce	11.5 W Un tipo di lampada e 13.5 W secondo tipo	kWh giorno <sup>-1</sup>	6.4
	Luce	Stima	kWh anno <sup>-1</sup>	2336
	Clima condizionatore	1200 W MAX,	kWh giorno <sup>-1</sup>	15.6
	Clima condizionatore	Stima	kWh anno <sup>-1</sup>	5694
	Clima umidificatore	1 umidificatore	kWh giorno <sup>-1</sup>	0.45
Clima umidificatore	1 umidificatore	kWh anno <sup>-1</sup>	163.52	



	Fertirrigatore	Stima	kWh giorno <sup>-1</sup>	1.15
	Fertirrigatore	Stima	kWh anno <sup>-1</sup>	420.48
	Pompa per ricircolo soluzione nutritiva	1 pompa per tutti e 4 ripiani	kWh giorno <sup>-1</sup>	1.32
	Pompa per ricircolo soluzione nutritiva	Stima	kWh anno <sup>-1</sup>	481.8
	<b>Consumo energetico tot.</b>	<b>Stima</b>	<b>kWh anno<sup>-1</sup></b>	<b>9095.8</b>

Tabella 11: Dati ambientali UNITO

### 3.5.3 Dati sociali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Personale	Manodopera non specializzata	Stima ore di lavoro al giorno nel periodo	h d <sup>-1</sup>	2
	Manodopera non specializzata	Dottorando	n	1
Attività didattiche	Formazione ed eventi di disseminazione	Notte dei ricercatori Torino	n	1
Manutenzione	Sanificazione e pulizia	Stima	h mese <sup>-1</sup>	6

Tabella 12: Dati sociali UNITO

## 3.6 Lattuga in colonne acquaponiche (UNIPD)

La *vertical farm* dell'UR dell'Università degli Studi di Padova (UNIPD) è localizzata nella zona peri-urbana di Padova-Legnaro. Il sistema di coltivazione acquaponico è dotato di colonne verticali poste in serra per la coltivazione di lattuga. Nel momento della valutazione dell'attività, che va da luglio 2023 a dicembre 2023 (6 mesi), l'implementazione del sistema risulta quasi completa. Non è presente un sistema di illuminazione artificiale, essendo le torri poste in



serra con luce naturale. La perdita di produzione è considerabile nulla (~0%). Il sistema pilota è costituito da una vasca di allevamento del pesce, un sistema di biofiltro e decantazione, 9 colonne di coltivazione, un sistema di raccolta dell'acqua di scarico delle colonne, dei dispositivi di pompaggio, connettori per irrigazione, e un dispositivo di controllo termico dell'acqua.

### 3.6.1 Dati economici

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Prodotto	Prezzo di vendita	Stima	€ kg <sup>-1</sup>	0.7
Struttura	<b>Costo tot. struttura</b>		<b>€</b>	<b>2600</b>
Sistema di controllo climatico	Impianto di climatizzazione	Bruciatore a gas dicembre, gennaio, febbraio	€	6000
	Sensori climatici e sistemi di controllo e sicurezza	Aperture laterali e al colmo serra, stima riferita al costo di ammortamento annuale della struttura	€	4000
	<b>Costo tot. sistema di controllo climatico</b>		<b>€</b>	<b>10000</b>
Sistema di coltivazione	Torri + vasche		€	2600
	Sistema di fertirrigazione	Gocciolatore	€	5
	<b>Costo tot. sistema coltivazione</b>		<b>€</b>	<b>2600</b>
Consumabili	Piantine	Piantina prodotta in vivaio	€	0.07
	Piantine	Plateau da 166 alveoli	€	11.62
	Piantine totali	2.6 contenitori alveolati da 166 fori ciascuno	€ anno <sup>-1</sup>	30.24
	Fertilizzanti	Stima per realizzare una soluzione nutritiva per 3200 L	€ anno <sup>-1</sup>	8





	Consumo idrico	Stima da valori medi nazionali pari a 2,38 €	€ anno <sup>-1</sup>	7.61
	<b>Costo tot. input</b>		<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>45.9</b>
	<b>Costo energetico tot.</b>	Stima costo medio dell'energia stabilito da ARERA (0,12 €/kWh) per ogni sistema pilota	€ anno <sup>-1</sup>	<b>195</b>
Personale	Manodopera	Valore ricavato da un costo salariale medio pari a 10 €/ora	€ mese <sup>-1</sup>	75
	<b>Costo tot. personale</b>		<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>900</b>
Manutenzione	Sanificazione e pulizia	Materiali per la sanitizzazione e la gestione del pesce	€ anno <sup>-1</sup>	5
	<b>Costo tot. manutenzione</b>	<b>Costo personale per lavaggio e sanificazione materiali</b>	<b>€ anno<sup>-1</sup></b>	<b>30</b>

Tabella 13 Dati economici UNIPD

### 3.6.2 Dati ambientali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Prodotto	Resa	Stima, ciascuna torre ospita 8 piante e ciascun sistema pilota ha 9 colonne di coltivazione che insistono su 1m <sup>2</sup> di superficie e presentano in totale 72 piante	kg m <sup>-2</sup> ciclo <sup>-1</sup>	21.6
	Durata ciclo riproduttivo	Dato reale	giorni	30-40
	Cicli	Stima	n anno <sup>-1</sup>	6



	Resa all'anno	Stima	kg m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	129.6
	<b>Produzione tot.</b>	<b>Stima</b>	<b>kg anno<sup>-1</sup></b>	<b>129.6</b>
Struttura	Area	Area occupata da ciascun sistema pilota di acquaponica comprensivo di vasca per l'allevamento dei pesci, sistemi di filtraggio e elementi di coltivazione.	m <sup>2</sup>	8
	Lunghezza		m	4
	Larghezza		m	2
	Altezza		m	2
Sistema di coltivazione	Sistema di filtrazione	Corpi di filtrazione Bio-Balls Scubla alta densità	n	1
		Raccorderia idraulica e sistemi di filtraggio in linea a 100 mesh	n	1
	Gocciolatore	Gocciolatore 4L/h per ogni colonna; tubo PE PN4 5 m; capillare 5 m	n	1
	Pompe	N°1 Pompa Nawa jet 4500; N°1 pompa Nawa jet 1700	n	2
	Raffrescatore	Raffrescatore TECO TK 1000H	n	1
	Tubi	Tubi in PVC 125 mm	m	3
	Colonne di coltivazione	Torri acquaponiche con riempimento in substrato plastico inerte (PVC)	n	9
	Struttura colonne di coltivazione	Struttura in metallo	n	1
	Vasca di allevamento	Vasca 500 L (HDPE)	n	1
	Vasca serbatoio	Vasca 250 L (HDPE)	n	1
	Vasca di decantazione	Vasca 100 L (HDPE)	n	1



	Superficie di coltivazione		m <sup>2</sup>	0.16
	Altezza colonna		m	1.6
Consumabili	Fertilizzanti	Stima per realizzare una soluzione nutritiva per 3200 L	kg anno <sup>-1</sup>	3
	Piantine	Piantine acquistate in vivaio	n m <sup>-2</sup> anno <sup>-1</sup>	432
	Consumo idrico	Stima per l'allevamento del pesce e la coltivazione di 9 colonne considerando i volumi necessari a avviare il sistema e i volumi di acqua necessari a compensare le perdite per evapotraspirazione	L anno <sup>-1</sup>	3200
	Consumo energetico tot.	<b>Valore ricavato dai consumi di pompe (438 + 280 kwh) e raffreddamento dell'acqua durante i cicli estivi (907 kwh) per ogni sistema pilota</b>	kWh anno <sup>-1</sup>	<b>1625</b>

Tabella 14 Dati ambientali UNIPD

### 3.6.3 Dati sociali

Categoria	Elemento	Descrizione	Unità di misura	Dato
Personale	Manodopera non specializzata	Valore relativo al controllo giornaliero richiesto da ogni sistema pilota	h d <sup>-1</sup>	0.25

Tabella 15 Dati sociali UNIPD





## 5. Sitografia

UNIBO:

[Semi](#)

[Vassoio plastico](#)

[Fosfato monopotassico](#)

[Nitrato ammonico](#)

[Fosfato monoammonico](#)

[Solfato di potassio](#)

[Nitrato di magnesio](#)

[Nitrato di calcio](#)

[Nitrato di potassio](#)

[Luci](#)

UNITO:

[Scaffale di coltivazione](#)

[Fertirrigatore Nido Pro](#)

[Smart plug per controllo climatico](#)

[Cubetti lana di roccia](#)

[Costo unitario acqua irrigazione](#)

[Costo energia elettrica](#)

UNIPD:

[Torri di coltivazione](#)

[Fosfato monopotassico](#)

[Ferro chelato EDDHA](#)



[Solfato di potassio](#)

[Solfato di magnesio](#)

[Cloruro di calcio](#)

[Micronutrienti](#)