

SPECIFICHE TECNICHE, edizione giugno 2022

FORNITURA IN OPERA DI UN “MODULO MOBILE SPERIMENTALE PER L’ALLEVAMENTO DI PIANTE IN AMBIENTE SPAZIALE SIMULATO”

Requisiti fondamentali del dispositivo

1. REQUISITI FUNZIONALI

Il modulo mobile dovrà essere attrezzato come “fattoria-container” (*vertical farm*) innovativa per la produzione di microverdure (*microgreens* e *baby leaves*), basata su tecnologia idroponica e caratterizzata da un ambiente sterile ed ermetico. L’impianto dovrà essere integrato di un sistema di gestione e controllo automatizzato del clima e dei processi di produzione. Il sistema nel suo complesso dovrà essere realizzato all’interno di un container standard ISO-20, rispettando i requisiti di progettazione di seguito descritti, per la coltivazione di microverdure destinate ad applicazioni sperimentali in ambito spaziale ed urbano. Il modulo dovrà inoltre essere autosufficiente ed indipendente dall’ambiente esterno, grazie alla dotazione di sistemi di controllo della climatizzazione e sterilizzazione (di aria ed acqua), dell’illuminamento, dell’irrigazione e fertilizzazione (fertirrigazione) (Figura 1).

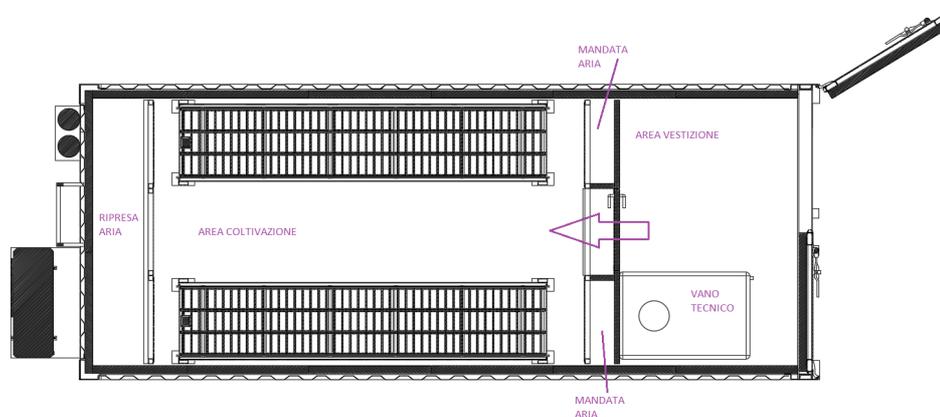


Figura 1 - Layout della *vertical farm* in container ISO-20, dotata di area di ingresso/vestizione, di area di coltivazione (con scaffalature integrate degli impianti di irrigazione ed illuminazione LED) e degli impianti di condizionamento e trattamento aria.

2. REQUISITI TECNICI

Specifiche Tecniche generali:

Range di temperatura esterna operativa:	da -20°C a +50°C
Range di temperatura interna:	regolabile da +17°C a +24°C
Gradiente di variazione T:	2 °C/h max
Precisione controllo T:	+/- 2 °C
Range RH:	regolabile da 60% a 90%
Gradiente variazione RH:	10 %/H max
Precisione RH:	+/- 10%
Classe ambiente climatizzato:	ISO 14644 Classe 7 (10.000) Standard
Ricambio aria esterna:	attivabili per lavaggio ambiente, se necessario
Velocità aria interna:	0.1 m/s
Filtri aria ingresso:	adeguati alla Classe Ambiente Climatizzato
Concentrazione di CO ₂ :	regolabile da 0 a 1500 ppm
Fotoperiodo e Intensità Illuminamento:	programmabile da ricetta di coltivazione
Fertirrigazione:	programmabile da ricetta di Coltivazione

Caratteristiche dimensionali

Il container dovrà essere un ISO-20 standard, le cui caratteristiche di riferimento sono:

Lunghezza esterna:	6.058 mm
Sporgenza parti accessorie sulla lunghezza:	565 mm
Larghezza esterna:	2.438 mm
Altezza esterna:	3.091 mm
Peso:	3.800 Kg

3. IMPIANTISTICA

Si riporta di seguito lo schema a blocchi dell'architettura di sistema (Figura 2).

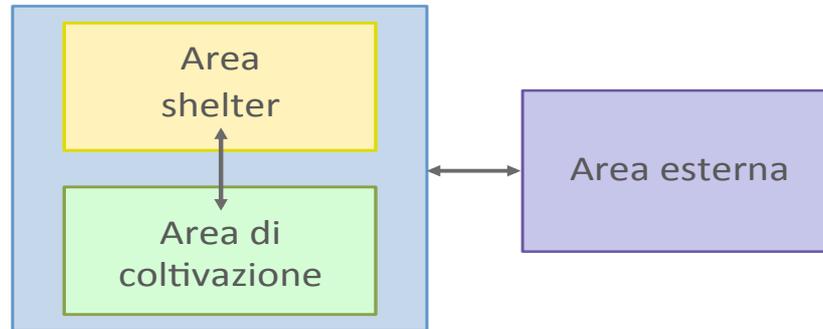


Figura 2 - Schema a blocchi del sistema

Il sistema container nel suo complesso dovrà essere attrezzato con una serie di sottosistemi:

- Sottosistema di Climatizzazione e Trattamento Aria
- Sottosistema di Illuminamento
- Sottosistema di Coltivazione
- Sottosistema Idraulico di Fertirrigazione e Sterilizzazione
- Sottosistema Idraulico Raffreddamento Lampade
- Sottosistema di Comando e Controllo
- Interfaccia HMI

Specifiche tecniche impianto di Climatizzazione e Trattamento Aria

L'impianto di condizionamento e di trattamento aria dovrà essere realizzato in modo da mantenere le condizioni stabilite e riportate nei requisiti tecnici (paragrafo 2).

Specifiche tecniche impianto di illuminamento

L'illuminamento artificiale dovrà essere assemblato utilizzando lampade LED, realizzate con dispositivi a stato solido, emittenti su quattro differenti lunghezze d'onda così composte:

730 nm [peak]	–	FAR RED	12%
660 nm [peak]	–	RED	43%
451 nm [peak]	–	BLU	27%
6500 K	–	WHITE	18%

I valori percentuali indicati sono quelli ottenibili con tutti i dispositivi radianti attivi alla massima emissione. L'emissione dovrà essere comandabile singolarmente, da 0% a 100% per ogni lunghezza d'onda utilizzando un apposito *controller*. Gli elementi radianti dovranno essere distribuiti in modo da rendere più omogenea possibile la diffusione della luce sul ripiano di coltivazione.

Specifiche tecniche impianto di coltivazione

L'impianto di coltivazione dovrà essere dotato di adeguata scaffalatura su ambo i lati dell'area di coltivazione come riportato in Figura 1. Ciascuno scaffale dovrà essere composto da quattro ripiani ed ogni ripiano dovrà essere dotato di un vassoio di coltivazione nella parte superiore e di lampade LED nella parte inferiore, ad eccezione dello scaffale inferiore (privo di lampade LED) e di quello superiore (per il quale le lampade verranno montate su opportuni sostegni). Le dimensioni minime dei vassoi di coltivazione dovranno essere di 300 x 70 cm (altezza minima 5 cm). I vassoi dovranno essere collegati ad un adeguato impianto di irrigazione, controllato attraverso un sistema di gestione e controllo dedicato, che consenta l'impostazione di ricette

di coltivazione (durata irrigazione ed intervalli).

Specifiche tecniche impianto idraulico di fertirrigazione e sterilizzazione

Ogni vassoio di coltivazione dovrà essere dotato di linea di carico e scarico della soluzione nutritiva collegate ad un serbatoio di almeno 500 litri corredato di sensori di livello. L'impianto di irrigazione dovrà essere provvisto di adeguato sistema di pompaggio, in grado di gestire cicli di allagamento e drenaggio (Ebb&Drain) per i singoli vassoi di coltivazione. Dovrà inoltre essere presente un sistema di sterilizzazione UV delle acque di scarico per ridurre il rischio di contaminazioni microbiologiche. L'impianto dovrà inoltre essere dotato di sensori di pH e conducibilità elettrica per il controllo della soluzione nutritiva durante i cicli di coltivazione.

Specifiche tecniche impianto idraulico di raffreddamento lampade

L'impianto di illuminazione LED dovrà essere raffreddato attraverso un sistema di controllo attivo della temperatura. Le temperature del corpo lampada dovranno poter essere regolate in un intervallo tra 22-28°C; mentre le temperature del liquido di raffreddamento dovranno variare nell'intervallo 6-8°C.

Sistema di Comando e Controllo

Per il sistema di comando e controllo si riporta lo schema tecnico in figura 3.

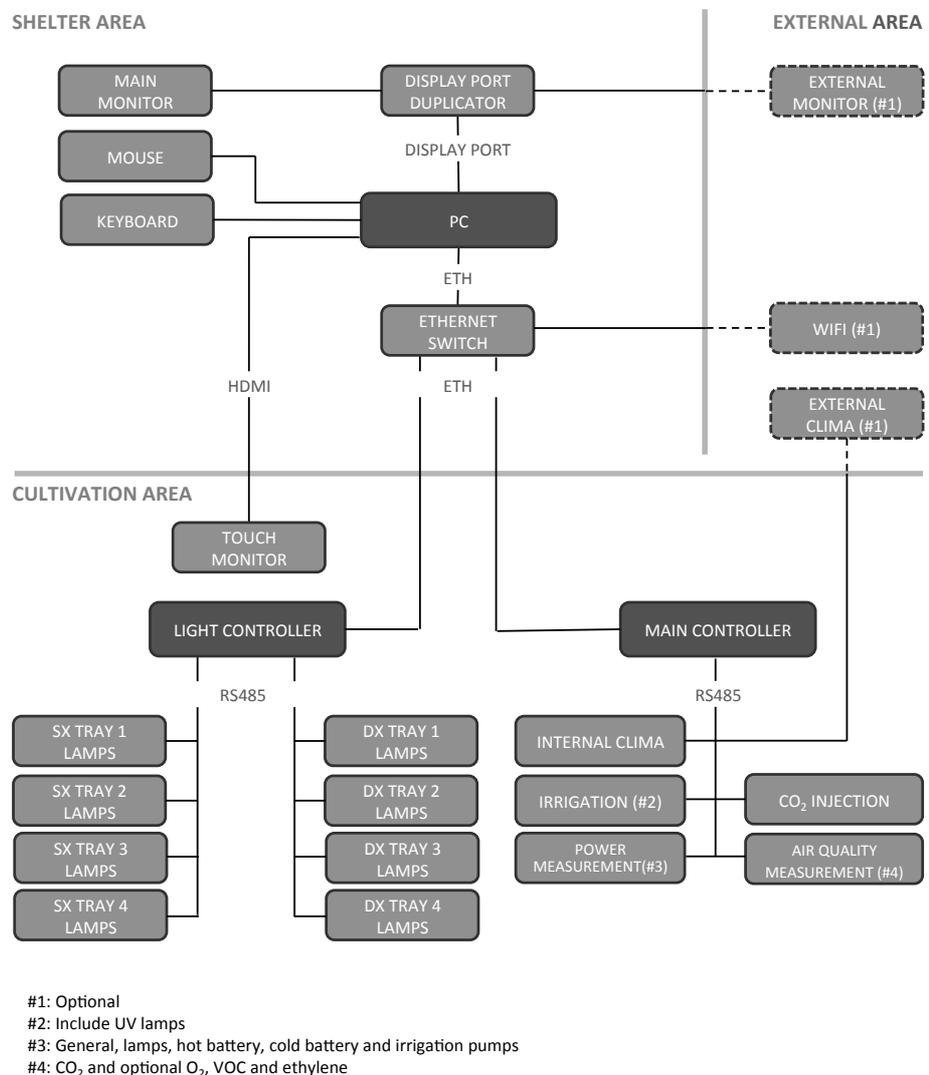


Figura 3 - Sistema di comando e controllo della Area Shelter, dell'Area di coltivazione e dell'Area esterna

Caratteristiche dell'interfaccia uomo-macchina, HMI (*human machine interface*)

Il sistema dovrà essere dotato di un'avanzata interfaccia uomo-macchina, collegata ad un database locale che immagazzina i dati, permettendo la visualizzazione in tempo reale e delle

registrazioni storiche attraverso un servizio software deputato alla comunicazione con l'hardware di sistema. Tramite l'interfaccia HMI un operatore dovrà poter eseguire le seguenti attività:

- visualizzare lo stato in corso del sistema in termini di: stato delle irrigazioni, stato di funzionamento delle lampade, dati provenienti dai sensori, dati della climatizzazione in termini di temperatura ed umidità attuali e relativi ai parametri impostati (*set point*), dati sulla qualità dell'aria interna ottenuti da sensori, dati relativi alla soluzione nutritiva, dati meteo provenienti da una stazione meteo esterna;
- intervenire manualmente forzando l'avvio o l'interruzione dell'irrigazione su ogni singolo vassoio di coltivazione;
- generare ed applicare le ricette per la gestione del clima;
- generare ed applicare le ricette per la coltivazione applicabili ai singoli vassoi;
- analizzare e visualizzare i dati storici raccolti durante l'attività dell'unità;
- eseguire la manutenzione dell'impianto;
- visualizzare e gestire gli allarmi.

Con un'opzione Internet cablata o wireless, dovrà essere possibile realizzare il comando e controllo dell'unità da remoto (Figura 4).

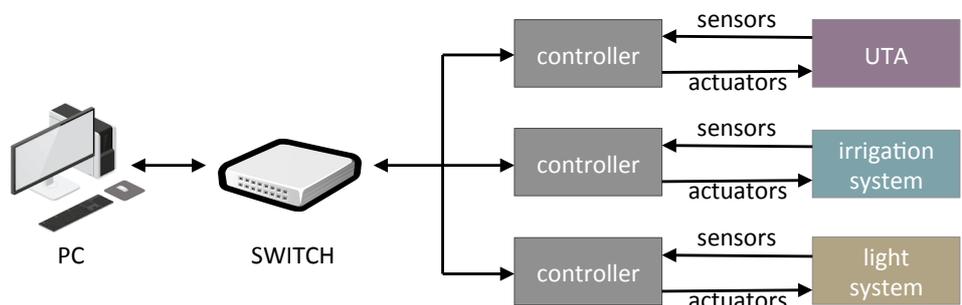


Figura 4 - Schema dell'architettura del sistema di gestione e controllo (sensori ed attuatori) della fattoria-container

Caratteristiche di installazione

Potenza Installata: 15 kW trifase 230VAC/400VAC @ 50 Hz
 Connessione Elettrica: Presa Trifase Standard CEE Industriale 5 poli da 32 A
 Connessione Idrica: Attacco Standard ¾ pollice

Fornitura di accompagnamento	Il trasporto e il posizionamento livellato del container dovrà avvenire presso il CR Casaccia nel luogo di installazione finale definito da ENEA. Gli allacci per le utenze (acqua, elettricità, scarichi) saranno a carico di ENEA.
Training	La formazione completa sulle procedure per l'uso corretto del dispositivo (avvio e spegnimento, coltivazione, manutenzione ordinaria e straordinaria, utilizzo del sistema di gestione e controllo, risoluzione allarmi, collegamento e scollegamento utenze) dovrà avvenire completando tutti i test tecnico-funzionali di collaudo. Il corso deve essere strutturato in modo tale che al termine della formazione il personale sia in grado di operare autonomamente con il dispositivo, ottimizzando i parametri impostati.
Garanzia	L'impianto in oggetto dovrà essere corredato di una garanzia estesa commercialmente denominata "Customer Success Plan" avente le seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> - la durata della garanzia estesa dovrà essere di 2 anni, rinnovabile alla scadenza; - la garanzia dovrà includere l'intervento <i>on-site</i> di un tecnico in caso di un guasto coperto alla suddetta garanzia estesa.
Opzioni	///
Condizioni della fornitura	L'impianto dovrà essere di realizzazione personalizzata, come da specifiche tecniche sopra riportate. Dovrà essere spedito e installato presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia di Roma, con contestuale controllo della corretta procedura di installazione e messa in esercizio. L'intera spedizione e consegna sarà compresa nel prezzo di fornitura. L'IVA, se dovuta, è a carico dell'ENEA.

Tempi di consegna e penalità	<p>I tempi di consegna sono fissati ad un massimo di 90 giorni consecutivi di calendario, a partire dalla data di stipula dell'ordine di fornitura. Entro questo periodo il modulo deve essere consegnato, installato e testato per il corretto funzionamento presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia di Roma, Via Anguillarese 301, 00123 Roma.</p> <p>Avvertimento. Il termine di consegna indicato nell'offerta è obbligatorio e non può essere prorogato per qualsiasi motivo, ad eccezione di casi dipendenti da ENEA o di forza maggiore. Per il ritardo nella consegna, rispetto al termine indicato nell'offerta, è prevista una penalità a carico del fornitore, pari a 1 ‰ (uno per mille) dell'importo totale della fornitura per ogni giorno di ritardo, da calcolare fino al giorno di esecuzione dei test positivi di verifica di conformità della fornitura, fino ad un massimo del 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale.</p>
-------------------------------------	---