



**AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE**

C.R. CASACCIA

**DIREZIONE INFRASTRUTTURE E SERVIZI – UFFICIO
TECNICO**

tipo di documento:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

oggetto:

PROGETTO “MICROx2”

INSTALLAZIONE DI UN CONTAINER PREFABBRICATO:

SERRA A CONTENIMENTO


NEI PRESSI DELL' EDIFICIO T 06 DEL CENTRO DI RICERCA ENEA CASACCIA

Commessa n°: **2022_ T06_01_**

Elaborato n°: **2022_T06_01_-rIOE01_0**


Nome file: **RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA**

Responsabile del progetto
di Ricerca ENEA Casaccia **Dott.ssa Angiola Desiderio**

	PROGETTO “MICROx2” Installazione di un container prefabbricato: Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>

Sommario

Sommario	2
1. Premessa	3
2. Descrizione dell’infrastruttura	3
3. Descrizione degli impianti	8
4. Dichiarazioni	9

	PROGETTO “MICROx2”
	Installazione di un container prefabbricato:
	Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>

1. Premessa

Nell’ambito della ricerca del Progetto MICROx2: “Sistemi e tecnologie per la produzione di micro-ortaggi nello Spazio - Microgreens X Microgravity”, finanziato dall’Agenzia Spaziale Italiana (ASI) (Disposizione n. 185/2021/PRES; Accordo Attuativo con ASI n. 2021-2-HH.0, CUP F79C20000300005) si inserisce il progetto sperimentale relativo alla coltivazione di piante in ambiente spaziale simulato.

Il progetto intende avviare una linea nazionale di ricerca per la realizzazione di un sistema bio-rigenerativo per il supporto alla vita nello Spazio, basato sull’utilizzo di piante superiori in un ambiente in cui sia possibile simulare le condizioni di vita extraterrestri. Il raggiungimento dell’obiettivo finale prevede la progettazione e realizzazione di un sistema di coltivazione di micro-ortaggi autonomo, per la messa a punto sperimentale di tecnologie di controllo dell’ambiente di crescita e dello stato di salute e di sviluppo delle piante, attraverso sensoristica avanzata per il monitoraggio automatico da remoto.

Al fine di promuovere questa attività di ricerca sui sistemi biorigenerativi per lo spazio si rende necessario realizzare un’infrastruttura specializzata ad alta tecnologia.

2. Descrizione dell’infrastruttura

Il sistema di coltivazione di micro-ortaggi autonomo sarà realizzato all’interno di un modulo prefabbricato ISO 20 opportunamente equipaggiato aventi caratteristiche:

- 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;
- numero aree interne 2;
- area di accesso 2,50x2,30 m;
- area dedicata alla coltivazione 3x2,30 m;
- area di coltivazione bancali netta 15 Mq.

Il modulo sarà posizionato su un basamento esistente all’interno del centro di ricerca ENEA Casaccia nei pressi dell’edificio T06. (rif. Figura 1. Inquadramento generale) posizionato su un basamento in calcestruzzo esistente. (rif. Figura 2. Basamento esistente)



Figura 1. Inquadramento generale


	PROGETTO “MICROx2” Installazione di un container prefabbricato: Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>



Figura 2. Posizionamento del modulo sul basamento esistente

Il container è funzionalmente suddiviso in blocchi al fine di identificare univocamente ogni spazio:

- Una External Area, ovvero l’ambiente esterno allo shelter
- Una Shelter Area, suddivisa in:
 - Una Incoming Area, ovvero l’area interna allo shelter, NON destinata alla coltivazione: es.
 - Area Vestizione, Locale Tecnico, ecc...
- Una Cultivation Area, ovvero l’area interna allo shelter, dedicata alla coltivazione

Tale schema a blocchi è riportato nella figura 3 seguente.

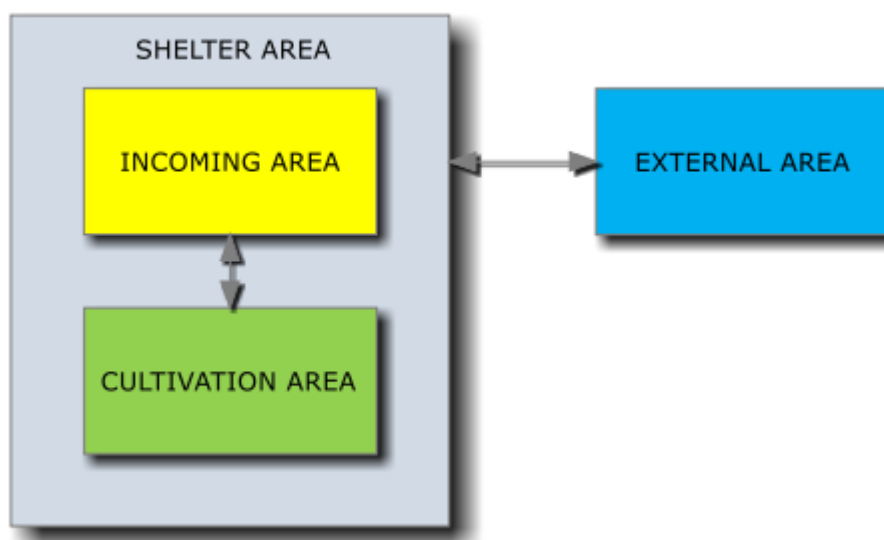



Figura 3. Schema a blocchi

La figura seguente riporta una vista in pianta delle aree interne allo shelter.

	PROGETTO “MICROx2”
	Installazione di un container prefabbricato: Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>

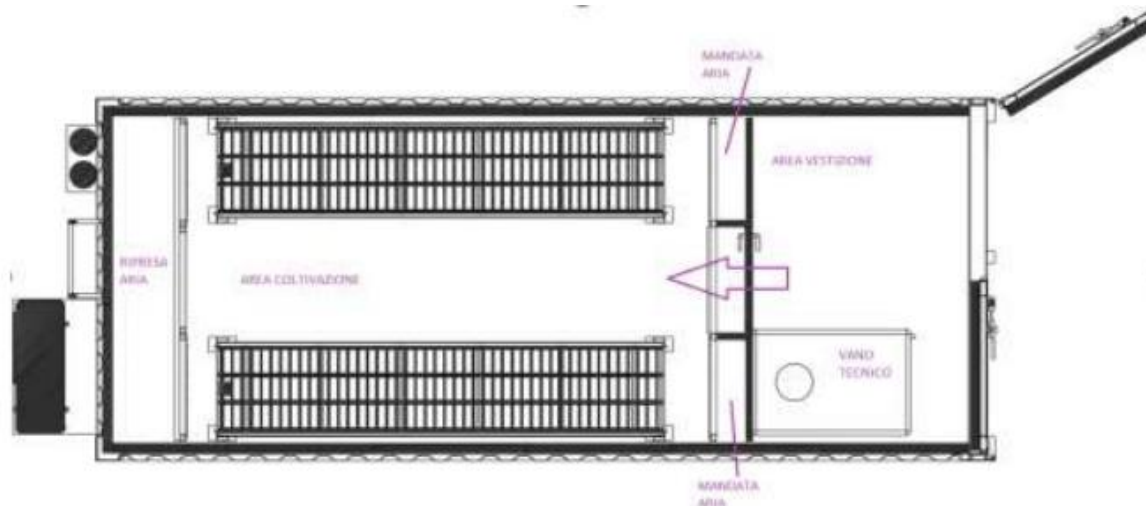


Figura 4 – Pianta dello Shelter

Aperto il portello esterno anta destra, si accede all'interno dell'area di vestizione dello shelter dedicata ed adibita alla vestizione del personale in accordo con le procedure operative dettate dalla classe di pulizia realizzata all'interno. Nella stessa zona, ma in area opportunamente separata e delimitata, in corrispondenza del portello di ingresso anta sinistra, è posizionato un vano tecnico necessario al contenimento di parte degli impianti tecnici e tecnologici. La porta sinistra dello shelter è operativamente sempre chiusa e viene aperta esclusivamente per motivi di manutenzione.

L'area di coltivazione vede due zone adibite alla coltivazione, una sul lato destro ed una sul lato sinistro dello shelter; ogni zona di coltivazione è una scaffalatura realizzata da bancali sovrapposti impilati fra loro al fine di massimizzare gli spazi coltivabili all'interno dello shelter, realizzando una Vertical Farm. Rispettivamente all'inizio ed alla fine delle scaffalature di coltivazione sono previste le condotte di mandata e di ripresa dell'aria necessarie al trattamento ed al ricircolo dell'aria all'interno dell'area di coltivazione. Le tramezzature interne, le pareti ed il soffitto/pavimento dello shelter sono progettate in modo da limitare gli scambi termici come descritto nella parte di coibentazione. Ogni bancale di coltivazione è illuminato con lampade a LED di nuova generazione raffreddate a liquido, al fine di tendenzialmente annullare il carico termico all'interno della Cultivation Area e contenere il fabbisogno energetico.

Il controllo dello shelter da parte dell'operatore viene eseguito utilizzando o il PC presente nella Technical Area, oppure il touch screen presente all'interno della Cultivation Area.

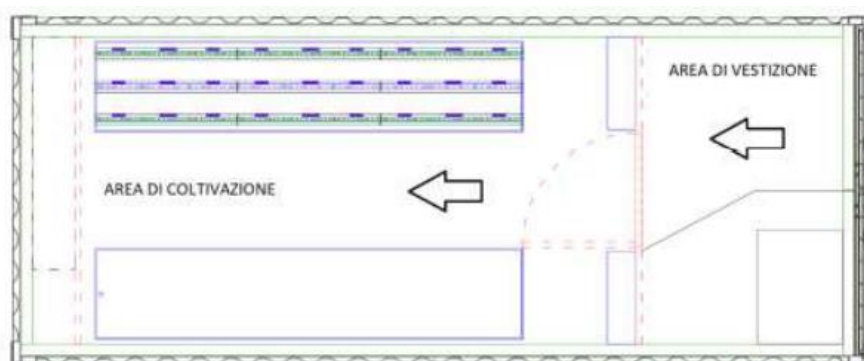



Figura 5. Area di coltivazione

	PROGETTO “MICROx2”
	Installazione di un container prefabbricato: Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>

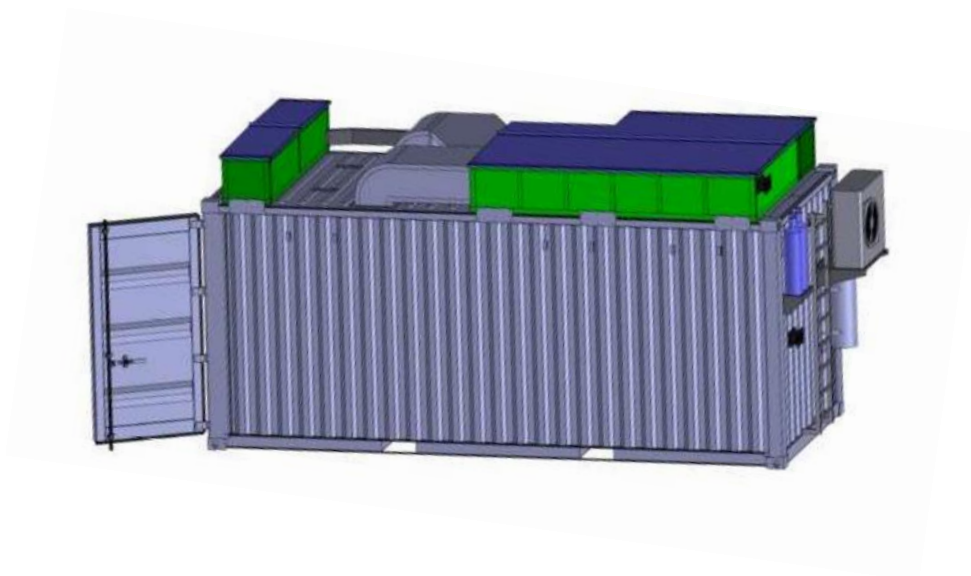


Figura 6. Modello 3D- esterno destro

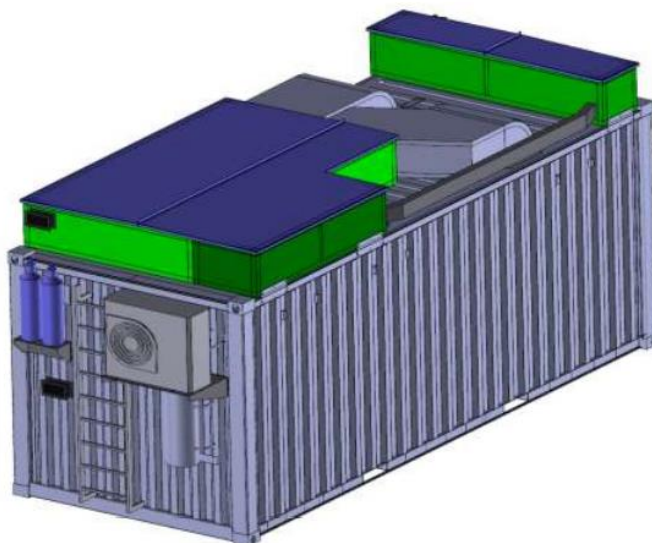



Figura 7. Modello 3D- totale

	PROGETTO “MICROx2”
	Installazione di un container prefabbricato:
	Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>

3. Descrizione degli impianti

Il sistema di climatizzazione è autonomo e composto da gruppo frigo, unità di trattamento aria e da circuito idraulico per il raffreddamento delle lampade. I ricambi d'aria con l'esterno, regolabili da 0 a 15 ricambi aria/ora, sono controllati da un sistema di filtrazione dotato di filtri HEPA in grado di garantire una classe di pulizia ISO 7.

La gestione automatizzata dell'ambiente per mantenere i parametri ambientali ai valori prescelti, viene effettuata mediante l'impianto di climatizzazione che provvede alla regolazione dei parametri necessari, quali: Temperatura in Aumento, Temperatura in Diminuzione, Umidità Relativa, Anidride Carbonica, ecc...

Al fine di garantire un controllo puntuale dell'aria all'interno dell'ambiente di coltivazione è necessario regolare tutti i parametri, permettendo la generazione del caldo e del freddo necessari a garantire i corretti parametri ambientali per la coltivazione, nonché la necessaria umidificazione o deumidificazione.

Il sottosistema di climatizzazione è principalmente composto da: Gruppo Frigo, Unità di Trattamento Aria e da un Circuito Idraulico per il Raffreddamento Lampade. Oltre alla identificazione e selezione delle macchine necessarie alla realizzazione del sistema di climatizzazione ed alle relative parti necessarie al corretto funzionamento, è stata necessaria la definizione dell'impianto idraulico e dell'impianto aeraulico.

L'impianto idraulico, infatti, è costituito da tutte le parti (apparecchiature, dispositivi, accessori e controlli) necessarie al trasporto dell'acqua da un punto all'altro del container, ovvero pompe, tubi, valvole, raccordi, ecc...L'impianto aeraulico, invece, è costituito da tutte le parti (apparecchiature, dispositivi, accessori e controlli) necessarie alla ventilazione, climatizzazione e condizionamento, al trasporto ed alla distribuzione dell'aria al fine di realizzare la desiderata qualità dell'aria nelle condizioni prefissate.


Sono stati definiti, inoltre, tutti i sensori necessari per il corretto comando e controllo dell'impianto, ovvero:

- Sensore di ossigeno,
- Sensore di T e RH,
- Sensore di velocità dell'aria,
- Sensore CO₂,
- Sensori di livello per i fluidi.

L'illuminamento dell'area di coltivazione all'interno dello shelter è effettuato utilizzando le lampade RobotLamp. Questo nuovo tipo di dispositivo di Illuminamento è basato su tecnologia LED a stato solido e consente di ottenere una distribuzione multi spettrale ottimizzata per la crescita vegetale, comandando l'emissione della luce sulle lunghezze d'onda necessarie ed opportune per la coltivazione, potendo modificare l'intensità radiativa (in $\mu\text{mol} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$) necessaria per la corretta crescita in ogni fase fenologica, permettendo la gestione di cicli di illuminamento (variabilità nel tempo in termini di radiazione ed intensità) e nel contempo implementando anche il controllo termico.

Lo sviluppo della tecnologia LED come fonte di luce per applicazioni in orticoltura si presta particolarmente per l'accrescimento di piante in ambienti chiusi e controllati di dimensioni ridotte e, contemporaneamente, offre una fonte di luce “fredda” che non interferisce con le esigenze di un microclima controllato nei confronti della temperatura dell'aria interna e permette il contatto diretto fra illuminatore e foglia (non possibile con le lampade tradizionali) migliorando la qualità ed intensità della luce.

L'adduzione idrica necessaria per la coltivazione dovrà essere collegata ad un impianto ad osmosi inversa (Mega Grow 1000 della Growmax Water) in grado di erogare 40 L/h per complessivi 1000 L/giorno con acqua

	PROGETTO “MICROx2”
	Installazione di un container prefabbricato:
	Serra a contenimento nei pressi dell' edificio T06 del centro di ricerca enea casaccia
	<i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>

di scarto compresa tra 2-5 litri (funzione della qualità dell'acqua in ingresso) di acqua per litro di acqua osmotizzata prodotta.

Si prevede di collegare ad impianto di stoccaggio esterno CO₂ (bombole) il sistema di erogazione CO₂ del container, al fine di poterne regolare la concentrazione interna a partire dalla concentrazione atmosferica (400 ppm ca.) fino a 2000 ppm.

4. Dichiarazioni

Il container sarà collegato alla rete fognaria del centro per lo smaltimento di acqua di scarto (impianto osmosi inversa), di lavaggio e di irrigazione costituita da soluzioni esauste di fertilizzanti usate per la coltivazione idroponica. La quantità e la frequenza di tali scarichi è ridotta, dato un mirato ed attento utilizzo delle soluzioni di fertirrigazione (recupero delle acque di condensa ed eventuale reintegro dei nutrienti).

Lo scarico in fogna è necessario per eliminare le soluzioni esauste al termine di ciascuna sperimentazione. A tal proposito si dichiara che le componenti liquide che si prevede di scaricare attraverso il sistema fognario rispettano i limiti riportati nel **D.lgs n.152 del 3 aprile 2006** (Testo unico dell'ambiente; Allegato 5 - Limiti di emissione degli scarichi idrici; Tabella 3. Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura). Pertanto non sussistono rischi di contaminazione chimica (dato il minimo contenuto di sali fertilizzanti) o biologica (non vengono utilizzati microrganismi) dell'ambiente esterno. Ad ulteriore sicurezza, le soluzioni utilizzate vengono sterilizzate con sistema trattamento acque interne dotato di lampade UVC.

Con maggiore dettaglio, la soluzione fertilizzante in condizioni operative è principalmente la soluzione di HOAGLAND diluita, secondo le concentrazioni riportate in tabella:

Componenti	mg/L
Macronutrienti	
KNO ₃	50
Ca(NO ₃) ₂ •4H ₂ O	118
MgSO ₄ •7H ₂ O	123
KH ₂ PO ₄	34
Micronutrienti	
H ₃ BO ₃	0,7
MnCl ₂ •4H ₂ O	0,4
ZnSO ₄ •7H ₂ O	0,05
CuSO ₄ •5H ₂ O	0,02
Na ₂ MoO ₄ •2H ₂ O	0,03
Ferro	
Ferro chelato	3,7

La quantità di soluzione esausta da smaltire (con ridotta concentrazione dei nutrienti rispetto alla soluzione di HOAGLAND, a causa dell'assorbimento operato dalle piante) è di circa 500 litri ogni 30 giorni (a seconda delle necessità sperimentali).

Per la sterilizzazione degli strumenti, delle vasche/bancali e delle condutture dell'impianto idronico verrà utilizzata soluzione di perossido di idrogeno al 2%, ogni 30 giorni in ragione di circa 100 litri (soluzione esausta a contenuto di perossido di idrogeno ulteriormente ridotto).