



Progetto BioColor "produzione ed estrazione di coloranti naturali da residui della produzione del pomodoro e colture cellulari fotosintetiche"

MANUALE TECNICO PER IL TRASFERIMENTO DELL'INNOVAZIONE

Manuale per la formazione del personale

Programma
di Sviluppo
Rurale PSR
Sicilia 2007-2013
Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo
Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE SICILIANA
ASSESSORATO REGIONALE
DELLE RISORSE AGRICOLE
E ALIMENTARI


MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE
ALIMENTARI E FORESTALI



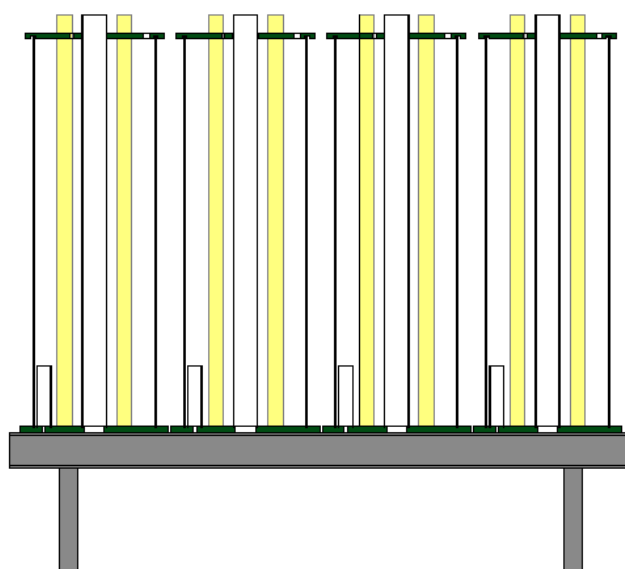

UNIONE EUROPEA
FEASR





Progetto: "PRODUZIONE ED ESTRAZIONE DI COLORANTI NATURALI DA RESIDUI DELLA PRODUZIONE DEL POMODORO E COLTURE CELLULARI FOTOSINTETICHE – BIOCOLOR" - CUP: G66D11000470009

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE ED ESTRAZIONE DI COLORANTI NATURALI DA RESIDUI DELLA PRODUZIONE DEL POMODORO E COLTURE CELLULARI FOTOSINTETICHE



MANUALE DI FORMAZIONE



INDICE

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
1.1 Introduzione	7
1.2 Analisi del contesto	8
1.3 Scopo del progetto	8
1.3.1 Finalità del progetto	8
1.3.2 Obiettivi specifici	9
1.4 Gli input del processo	10
1.4.1 Il pomodoro	10
1.4.2 La microalga Spirulina.....	11
1.5 Gli output del processo	14
1.5.1 Gli additivi alimentari	15
1.5.2 I coloranti alimentari	15
1.5.3 Coloranti dalle microalghe.....	17
1.5.4 I coloranti naturali di interesse per il progetto BIOCOLOR.....	18
Il licopene	18
La clorofilla	19
La ficocianina	19
1.5.5 Confronto fra pomodoro e microalga come fonte di coloranti naturali.....	20
1.6. Fasi del progetto.....	20
1.6.1 Fase 1	21
1.6.2 Fase 2	21
1.6.3 Fase 3.....	21
1.6.4 Fase 4.....	21
1.6.5 Fase 5.....	21
1.6.6 Cronoprogramma . Errore. Il segnalibro non è definito.	
1.7 Risultati attesi del progetto	21
1.8 Dati riassuntivi del progetto	22
1.9 Metodologia di formazione del personale	25
2. AVVERTENZE GENERALI	26
2.1 IDENTIFICAZIONE COSTRUTTORE	26
2.2 SOGGETTI.....	26
2.2.1 Definizioni	26
2.2.2 Doveri del datore di lavoro	26
2.2.3 Doveri degli operatori sull'impianto .	26
2.3 NORME DI SICUREZZA GENERALE.....	26
2.4 GARANZIA E ASSISTENZA TECNICA	27
2.5 STRUTTURA ED USO DEL MANUALE	28
2.6 GLOSSARIO.....	29
3. DESCRIZIONE GENERALE.....	30
3.1 COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	30
3.1.1 Unità di produzione: i fotobioreattori	32
3.1.2 Unità di filtrazione: il vibrovaglio.....	33
3.1.3 Unità di stoccaggio: il serbatoio.....	33
3.1.4 Unità di lavorazione del pomodoro ..	34
3.1.5 Unità di essiccazione: l'armadio essiccatore	35
3.1.6 Unità di estrazione: l'estrattore Naviglio	36
3.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO.....	37
3.3 DATI TECNICI DELL'IMPIANTO.....	37
3.3.1 FOTOBIOREATTORI	37
3.3.2 SERBATOIO.....	37
2.3.3 VIBROVAGLIO.....	37
3.3.4 PASSATRICE PER POMODORO	37
3.3.5 ESSICCATORE	38
3.3.6 ESTRATTORE.....	38
3.4 DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO 38	
3.4.1 Caratteristiche tecniche delle unità.....	38
4 INSTALLAZIONE	40

4.1	INFORMAZIONI GENERALI	40	5.3.5	Indicazioni di sicurezza relative ai prodotti chimici utilizzati nel processo.	48
4.2	IMBALLO E TRASPORTO.....	40	6.	OPERAZIONI	50
4.3	POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO ...	40	6.1	MESSA A REGIME DELL'IMPIANTO	50
4.4	MOVIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO ..	41	6.2	PREPARAZIONE DELLO ZARROUK	53
4.5	SPAZIO RICHIESTO PER L'USO E LA MANUTENZIONE.....	41	6.3	FILTRAZIONE DELLA BIOMASSA ALGALE..	54
4.6	ALLACCIAMENTI ELETTRICI	41	6.4	RICARICA	55
4.7	INSTALLAZIONE DELLE UNITÀ.....	41	6.4.1	Ricarica con liquido chiarificato	56
4.7.1	Installazione unità di produzione	41	6.4.2	Ricarica con Zarrouk.....	57
4.7.2	Installazione unità di filtrazione	42	6.5	LAVORAZIONE DEL POMODORO	57
4.7.3.	Installazione dell'unità di stoccaggio	43	6.6	ESSICCAZIONE	57
4.7.4	Installazione dell'unità di lavorazione del pomodoro	43	6.6.1	Operazione di pulizia	59
4.7.5	Installazione dell'unità di essiccazione	43	6.7	ESTRAZIONE	60
4.7.6	Installazione dell'unità di estrazione.	43	6.7.1	Ricetta d'estrazione di licopene.....	61
4.7.7	Esempio di configurazione dell'impianto.....	44	7.	GESTIONE DELL'IMPIANTO	62
4.8	SMALTIMENTO	45	7.1	Unità di produzione	62
4.8.1	Materiale di imballaggio	45	7.1.1	Irradiazione	62
4.8.2	Componenti dell'impianto.....	45	7.1.2	Temperatura	62
4.8.3	Scarto della lavorazione dell'impianto	45	7.1.3	pH.....	63
5	USO PREVISTO	46	7.1.4	Insufflaggio aria.....	63
5.1	CONDIZIONI AMBIENTALI	46	7.1.5	Colorazione	64
5.2	POSTO DI LAVORO	46	7.1.7	Disponibilità nutrienti	64
5.3	PRECAUZIONI PER LA SICUREZZA DEGLI OPERATORI	46	7.1.8	Pulizia dei PBR.....	64
5.3	SEGNALI	46	7.1.9	Analisi biologiche sul prodotto	65
5.3.1	Segnali di obbligo.....	47	8	MANUTENZIONE	66
5.3.2	Segnali di divieto.....	47	8.1	MANUTENZIONE ORDINARIA	66
5.3.3	Segnali di salvataggio.....	47	8.1.1	Manutenzione dell'unità di produzione	66
5.3.4	Segnali di pericolo.....	48		Manutenzione dei fotobioreattori.....	66
			8.1.2	Manutenzione della rete idraulica....	69
			8.1.3	Manutenzione dell'unità di filtrazione	70

8.1.4 Manutenzione dell'unità di stoccaggio	71
8.1.5 Manutenzione dell'unità di lavorazione del pomodoro	71
8.1.6 Manutenzione dell'unità di essiccazione	71
8.1.7 Manutenzione dell'unità di estrazione	72
8.2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA	72
8.2.1 Periodi di inattività prolungata	72
8.2.1 Manutenzione straordinaria dell'estrattore Naviglio	73
9 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ	74
9.1 Aeratore	74
9.2 Pompe	74
9.3 Illuminazione a neon	74
9.4 Quadro elettrico	74
9.5 Vibrovaglio	75
9.6 Estrattore	75
9.8 Armadio essiccatore	75
9.9 Serbatoio	75
9.10 Passatrice per pomodoro	75
10 ALLEGATI	75
10.1 SCHEMA P&I	75
10.2 MANUALI D'USO E MANUTENZIONE	75
10.3 ALLEGATI DA COMPILARE	76
10.4 SCHEDE TECNICHE E ATTESTAZIONI DI CONFORMITÀ	76
11 LISTA DEI COMPONENTI	77

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

1.1 Introduzione

Lo sviluppo sostenibile è un processo atto a migliorare le condizioni ambientali, economiche e sociali di una comunità (un Comune, una Regione, uno Stato, etc.). Tale processo lega quindi, in un rapporto di interdipendenza, la tutela e la valorizzazione delle risorse naturali alla dimensione economica, sociale ed istituzionale, al fine di soddisfare i bisogni delle attuali generazioni, evitando di compromettere la capacità delle future di soddisfare i propri.

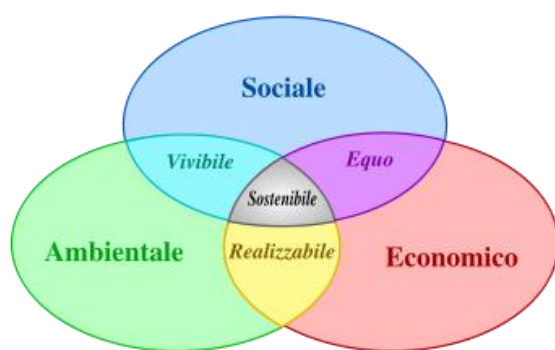


Figura 1. Schema dello sviluppo sostenibile

Un esempio di sviluppo sostenibile può essere la corretta gestione dello smaltimento dei rifiuti prodotti da una società. In Figura 2 si riporta la piramide delle politiche di smaltimento dei rifiuti in cui, a seconda della posizione della politica, si deduce la priorità d'azione consigliata. Partendo dalla sommità della piramide si ha:

- Prevenzione: Ridurre la produzione di oggetti e beni che poi diventeranno rifiuti è il primo modo di ridurre i rifiuti (es. non utilizzare le buste usa e getta di plastica al supermercato);
- Riutilizzo: Oggetti e beni possono essere riutilizzati con opportuni interventi in

modo tale da prolungare la loro durata di vita, ritardandone lo smaltimento;

- Recupero materia: La raccolta differenziata permette il recupero di materia sotto omogenee classi merceologiche che possono fornire materia prima per nuovi prodotti;
- Recupero energia: Dove non è possibile il recupero di materia è possibile utilizzare tale prodotto per produrre energia (es. combustione di materiale cellulosico non recuperabile per produrre energia elettrica e calore);
- Smaltimento: L'ultima soluzione per un corretto smaltimento del rifiuto e il suo avviamento alla discarica controllata.

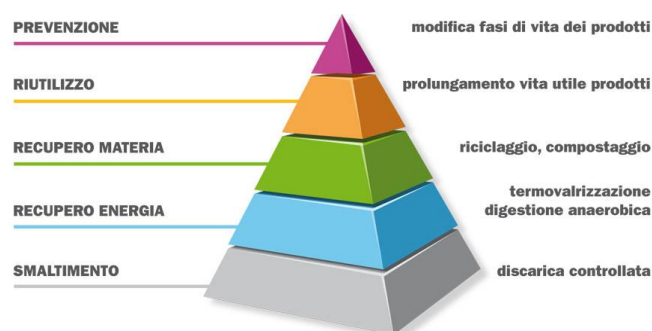


Figura 2. Piramide delle politiche di smaltimento dei rifiuti

In conclusione, per implementare uno sviluppo realmente sostenibile occorre:

- Coinvolgere il maggior numero di attori possibili nei processi decisionali e gestionali affinché le politiche implementate siano efficaci ed incisive;
- Sviluppare nuove tecnologie e promuovere nuovi processi produttivi economicamente ed ambientalmente sostenibili.

1.2 Analisi del contesto

L'agricoltura costituisce per la Sicilia la più importante fonte economica. Infatti, nell'ultimo ventennio ha contribuito in maniera sostanziale alla produzione orticola nazionale. La filiera agricola siciliana si caratterizza per la produzione di innumerevoli varietà di ortaggi molti dei quali impareggiabili per le qualità organolettiche. Grazie alle condizioni climatiche tipiche della regione è possibile ottenere delle produzioni altamente concorrenziali dal punto di vista della qualità. Una tecnica di coltivazione assai diffusa in Sicilia è quella in ambiente protetto, serra o tunnel. I dati riportati dalla statistica ufficiale mettono in risalto non soltanto l'importanza della coltivazione degli ortaggi in serra, ma il forte orientamento verso alcune specie tra le quali il pomodoro. Il comparto serricolo, si caratterizza per la possibilità di svolgere attività produttive altamente intensive, in considerazione dei cicli colturali generalmente brevi che consentono, in relazione alle diverse specie ed alle differenti varietà coltivate di effettuare, nel corso di un anno solare, più di una coltivazione.

Molti dei sottoprodotti, scarti ed effluenti dell'industria agro-alimentare sono materie prime a basso costo ricche di molecole pregiate. In Europa, annualmente, vengono prodotti circa 250 milioni di tonnellate di questi rifiuti, che, per lo più, sono gestiti come rifiuti ad alto impatto, con costi rilevanti per la loro distruzione ed ingenti effetti negativi sulla sostenibilità della filiera produttiva che li genera. Attraverso specifici pretrattamenti fisico-biologico integrati e' possibile destrutturare la struttura dei sottoprodotti ed estrarre, attraverso, ad esempio, tecnologie cromatografiche, utilizzo di membrane o di tecniche di estrazione innovative, un ampio ventaglio di molecole con la valorizzazione della materia prima di partenza. Molti dei composti chimici naturali ottenuti sono di interesse per

l'industria alimentare, farmaceutica e cosmetica (i.e., molecole biattive, pre e probiotici, aromi, antiossidanti, pigmenti, etc), dove possono garantire innovazione e nuova competitività, infatti, il loro utilizzo è in crescita essendo il mercato sempre più attento ai prodotti di origine naturale. I coloranti naturali sono disponibili in forma idrosolubile o liposolubile e sono formulati per essere dispersi nell'applicazione scelta. Rendono il cibo attraente e uniforme, eliminando le variazioni naturali non gradite al consumatore. I produttori formulano in modo attento i loro prodotti con toni di colore invitanti affinché rispondano alle aspettative dei consumatori.

La valorizzazione dei sottoprodotti, scarti ed effluenti dell'industria agroalimentari può consentire quindi di trasformare il problema ambientale ed economico associato alla loro produzione in una grande opportunità, per ambiti industriali tradizionali e nuovi, che necessitano di nuovi mercati, nuova competitività e maggiore sostenibilità ambientale

1.3 Scopo del progetto

1.3.1 Finalità del progetto

Lo scopo del progetto in esame (Progetto BIOCOLOR) è quello di **produrre ed estrarre coloranti naturali da residui della produzione del pomodoro e colture cellulari fotosintetiche** promuovendo la cooperazione tra diversi attori per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare. Tale progetto si propone di implementare un processo sperimentale virtuoso e tecnologicamente innovativo su scala pre-industriale sviluppabile poi su scala industriale.

La valorizzazione dei sottoprodotti di origine vegetale come fonte di coloranti naturali da impiegare negli alimenti ha i presupposti per essere un settore promettente, ma, sicuramente,

per il suo successo è richiesta una cooperazione multidisciplinare. Lo sviluppo di prodotti derivati dagli scarti industriali rappresenta una prospettiva interessante per le industrie del settore primario regionali sia per l'implementazione di nuove produzioni sia per la competitività da esso derivata. Una forte criticità del settore primario è legata all'assottigliamento dei profitti di impresa, causati da incrementi dei costi di produzione superiori a quelli dei prezzi di vendita agricoli. La realizzazione di questo progetto e la riqualificazione verso mercati ad elevato valore aggiunto, possono aiutare l'agricoltura siciliana a ottimizzare la gestione aziendale, riconferendo all'universo delle sue piccole e medie imprese, parte di quella competitività perduta. In sostanza, BIOCOLOR ha come obiettivo quello di dare maggiore competitività alle produzioni tipiche nelle aree rurali, attuando un meccanismo di trasferimento di innovazione incentrato sul partenariato tra pubblico e privato nel sistema produzione-trasformazione-distribuzione per un impiego più efficiente e sostenibile delle risorse locali. L'obiettivo di questo progetto è quello di ottenere, partendo da materiale di scarto dell'industria del pomodoro, coloranti naturali, utilizzando semplici procedimenti estrattivi compatibili con un possibile impiego alimentare. Questo ritorno alla natura è stato alimentato dall'attenzione dei media e dall'EFSA (Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare). Di fatto l'EFSA ha già vietato l'uso di molti coloranti sintetici (solitamente indicati nella lista degli ingredienti con la lettera "E") come il giallo tartrazina, l'Acid Red, il Rosso Sudan 7B, il giallo di Metanile, il Rosso Congo, il Verde di malachite e tanti altri, fino a qualche tempo fa aggiunti come additivi.

1.3.2 Obiettivi specifici

Il progetto in oggetto, promosso dall'ATS "BIOCOLOR", è finalizzato ad attivare, processi di sviluppo precompetitivo all'interno delle aziende afferenti al settore ortofrutticolo. In particolare, il progetto si propone di creare una forte collaborazione tra aziende del settore ortofrutta della regione Sicilia ed alcuni tra i principali attori pubblici e privati del sistema innovazione-ricerca, al fine di ottenere il raggiungimento di obiettivi comuni nel settore dei coloranti naturali derivanti dai prodotti di scarto del pomodoro. L'obiettivo è quello di valorizzare e promuovere la filiera ortofrutticola, attraverso l'utilizzo dei sottoprodotti /scarti del pomodoro e la coltura massiva di microalghe ad elevato tenore in carotenoidi.

Lo spirito del progetto è di migliorare la salvaguardia ambientale da una parte e, dall'altra, di dare una risposta alle esigenze di produttori e operatori agroindustriali nel riciclo e nella valorizzazione delle materie prime derivanti dalla coltivazione di pomodoro. Tale progetto coinvolge tutti gli operatori della filiera, i produttori ortofrutticoli, alcuni operatori del settore della trasformazione, con l'obiettivo di ottimizzare la valorizzazione e tutelare ancor più le risorse naturali. Lo sviluppo di tale progetto porterà alla creazione di una rete che, in funzione delle quantità prodotte, potrà creare sviluppo per tutta la filiera.

Il progetto presenta diversi obiettivi specifici per rispondere, alle seguenti necessità:

- Estrarre e recuperare coloranti naturali da scarti di origine vegetale, quali per esempio, bucce e scarti del pomodoro e da colture algali dedicate;
- Creare una stretta collaborazione fra tutti gli attori della "filiera" agro-alimentare.

- Trasferire le ultime tecnologie di trasformazione industriale (mild-technologies) con la finalità di ottenere prodotti sicuri e con caratteristiche innovative.
- Realizzare analisi costi/benefici dei prodotti ottenuti e dei processi realizzati al fine di aprire nuove applicazioni e nuovi mercati sugli estratti vegetali ottenuti da sottoprodotti dell'industria alimentare per le industrie del territorio siciliano.

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

- Selezione e messa a dimora di linee di pomodoro con elevato contenuto di licopene e standardizzazione della produzione
- Progettazione, realizzazione e collaudo di un impianto a scala pilota precompetitiva per la produzione di colture unicellulari fotosintetiche ricche in coloranti e di un impianto innovativo per la estrazione dei fine chemicals di interesse
- Analisi dei costi/benefici dei processi realizzati e dei prodotti ottenuti allo scopo di valutare il loro possibile ingresso nel mercato

1.4 Gli input del processo

Il progetto prevede la lavorazione di due diverse materie prime:

- Il pomodoro;
- La microalga Spirulina.

1.4.1 Il pomodoro

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum*) è una pianta annuale i cui frutti dal caratteristico colore rosso sono alla base di molti piatti della cucina italiana.



La coltivazione del pomodoro è praticata su gran parte del territorio nazionale italiano.

Tabella 1. Dati produzione raccolta di pomodoro in Italia (ISTAT, 2012)

	Pomodoro (quintali)	Pomodoro da industria (quintali)
Sicilia	1.381.104	878.000
Italia	4.606.514	46.713.257

Tabella 2. Dati della produzione raccolta di pomodoro in Sicilia (ISTAT, 2012)

	Pomodoro (quintali)	Pomodoro da industria (quintali)
Trapani	40.000	/
Palermo	64.600	340.000
Messina	56.000	/
Agrigento	876.880	/
Caltanissetta	115.000	270.000
Enna	15.960	/
Catania	25.000	/
Ragusa	82.000	160.000
Siracusa	105.664	108.000
Sicilia	1.381.104	878.000

Come illustrato dai dati di Tabella 1 e Tabella 2, la Sicilia risulta essere la prima regione d'Italia per produzione di pomodoro. La coltura e la lavorazione del pomodoro in Sicilia, oltre alla quantità di produzione, può vantare anche alcune eccellenze gastronomiche di qualità come i

prodotti di indicazione geografica protetta (IGP) come il Pomodoro di Pachino.

La produzione del pomodoro in Sicilia riguarda circa 13 mila aziende su 8000 ettari. Tale estensione fa della Sicilia il più qualificato centro produttivo del mediterraneo.

Dai dati riportati si evince la vocazione della Sicilia per la produzione del pomodoro. Il sistema di produzione, raccolta e lavorazione del prodotto, ben strutturato e articolato, risulta idoneo alla sperimentazione tecnologica proposta dal progetto.

1.4.2 La microalga Spirulina

Le microalghe

In natura microalghe e cianobatteri sono i produttori primari nelle acque, colonizzano rocce, suoli desertici, ghiacci polari ed alpini e sono presenti nel suolo agrario e forestale. Gli ambienti di elezione delle microalghe sono i corpi d'acqua, sia dolce che di mare, salmastra o ipersalina, dove costituiscono il fitoplancton e parte del fitobentos; sono cioè il primo anello della catena alimentare.

Con il termine microalga si indica comunemente un organismo di struttura semplice, autotrofo, unicellulare o pluricellulare, che non presenta una differenziazione in tessuti veri e propri. I processi vitali delle microalghe sono basati sulla reazione chimica della fotosintesi. Tutte le microalghe possiedono un tipo comune di clorofilla per la fotosintesi: la clorofilla a.

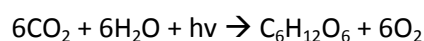


Figura 3. Formula chimica della fotosintesi. CO_2 = anidride carbonica, H_2O = acqua, $h\nu$ = energia luminosa sottoforma di fotoni, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = glucosio (prodotti energetici di sintesi), O_2 = ossigeno

Forme semplici di microalghe erano presenti già 1,5 miliardi di anni fa. Le strutture fotosintetiche

delle microalghe derivano primariamente o secondariamente dai cianobatteri e producono ossigeno dalla fotosintesi, a differenza di batteri fotosintetici come i batteri solforosi.

Il principale utilizzo della microalga, grazie all'importante contenuto proteico e di altri nutrienti fondamentali, è sicuramente quello di integratore alimentare.

Inoltre alcune tipologie di microalghe si prestano ad essere trasformati in biocarburanti.

Infine vengono prodotte per avannotterie e produzione di molluschi bivalvi, e per essere impiegate come integratori ad uso mangimistico per le diete avicunicole.

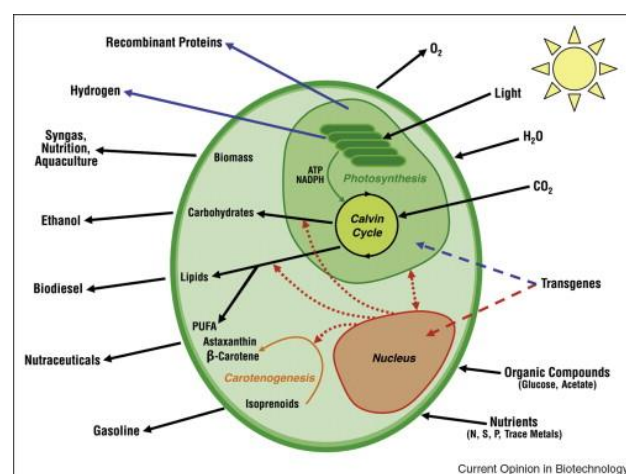


Figura 4. Illustrazione degli input di una microalga (a destra: luce, anidride carbonica, nutrienti, etc.) e dei possibili output ovvero prodotti e applicazioni (a sinistra: biodiesel, prodotti nutrizionali, etc.)

La Spirulina

Spirulina è il nome comune con cui si indicano diverse specie di una microalga blu-verde, appartenente al genere *Arthrospira* (*A. maxima*, *A. platensis*). La sua



lunghezza non supera il mezzo millimetro. È diffusa allo stato naturale nei laghi con acque salmastre delle zone tropicali e subtropicali

dell'Africa e America. Anche se fa parte del gruppo delle alghe azzurre, il suo colore è verde intenso. Il suo nome deriva dal latino e significa "piccola spirale" e viene coltivata ai nostri giorni, a livello industriale, in speciali fattorie acquatiche di diversi stati dell'America e Asia tropicali. Gli Aztechi ed i Maya conoscevano già molti secoli fa il suo valore e la usavano quotidianamente quale fonte di energia, per integrare la loro alimentazione considerandola il cibo degli dei, perché forniva rapidamente forza e vitalità e aumentava la resistenza dell'organismo alla fatica ed alle malattie. Le dominazioni spagnole e portoghesi misero fine alla cultura decisamente evoluta di Aztechi e Maya e così anche la Spirulina fu dimenticata per molti secoli. Solo quaranta anni fa, grazie a botanici e ricercatori europei ed americani la Spirulina fu riscoperta ed oggi è un eccellente integratore alimentare per milioni di persone che la usano quotidianamente e ne utilizzano le sue eccezionali proprietà.

Proprietà della microalga Spirulina

Le due qualità principali della Spirulina sono l'altissima capacità di assimilazione del prodotto da parte del nostro organismo (75% della spirulina contro una media del 20% degli altri integratori) ed il suo grande apporto nutritivo. Il quantitativo di proteine della Spirulina varia tra il 50% e il 70% del suo peso secco. Questi livelli sono decisamente alti seppur paragonati ad altri microrganismi. I carboidrati costituiscono approssimativamente il 15% del peso secco, e sono rappresentati essenzialmente da polisaccaridi. Tra le forme monomeriche le più abbondanti sono il glucosio, il galattosio, il ribosio ed il mannosio.

Inoltre la Spirulina fornisce importanti risultati in quanto purifica, reintegra e fortifica il nostro organismo. In Francia è stata riconosciuta come medicina naturale dal Ministero della Salute ed è considerata "Patrimonio Nutritivo per l'Umanità"

grazie alla ricchezza e varietà degli elementi che la compongono.

Attualmente le attenzioni maggiori sono puntate sulla sua importanza come integratore alimentare e al suo utilizzo in campo farmacologico e medico. La microalga Spirulina può essere coltivata inoltre per la produzione di ficobiliproteine. Uno dei principali potenziali di queste molecole deriva dal loro utilizzo come coloranti, ma il crescente numero di indagini ha dimostrato le loro notevoli proprietà salutari.

Fattori di coltivazione della microalga Spirulina

La temperatura è il fattore che più influenza il tasso di crescita della Spirulina. Al di sotto dei 20°C la crescita è praticamente nulla, benché la Spirulina non muoia. La temperatura ottimale per la crescita è 35°C; è bene notare, però, che oltre i 38°C la coltura inizia a soffrire. Essendo un organismo fotosintetico lo sviluppo avviene solo in presenza di luce. La luce è quindi un fattore importante, ma un'esposizione diretta alla luce solare non è la cosa migliore; è sufficiente il 30% di luce solare, eccetto nel caso in cui si voglia scaldare velocemente la coltura al mattino. I filamenti di Spirulina vengono distrutti (fotolisi) se rimangono esposti a lungo ad una forte radiazione solare; è quindi necessario agitare la coltura per minimizzare il tempo di esposizione alla luce diretta.

Tecniche di coltivazione della microalga Spirulina

Le microalghe per crescere hanno bisogno, come già accennato precedentemente, di luce, nutrienti, condizioni climatiche favorevoli e apporto di substrato carbonioso sotto forma di anidride carbonica. Oltre a questi apporti, la coltura microalgale ha bisogno di un *medium* di coltura in cui contenere i nutrienti. Tale *medium* è costituito dall'acqua.

Di conseguenza risulta necessario garantire un consono supporto a tale *medium* contenendolo

entro impermeabili limiti fisici. Il contenitore che funge a ruolo di contenimento della coltura microalgale e del *medium* è detto fotobioreattore (**PBR** dall'inglese PhotoBioReactor).

Come per la coltivazione del pomodoro il terreno costituisce supporto per la pianta e permette di stoccare i nutrienti, così l'acqua, contenuta all'interno di opportuni fotobioreattori, è sostegno per la coltura microalgale e consente l'uptake dei nutrienti.

I criteri di classificazione dei molteplici fotobioreattori oggi esistenti sono fondamentalmente la modalità di operazione e l'aspetto, ma già una iniziale differenziazione può essere fatta tra **fotobioreattori outdoor e indoor**. I primi utilizzano ampie vasche all'aria aperta o tubi disposti orizzontalmente illuminati dalla luce solare; i secondi presentano dimensioni ridotte e sono caratterizzati da tubi o sacche di diverso materiale illuminati da luce artificiale.

I fotobioreattori da esterno sono largamente soggetti alle condizioni climatiche che determinano incostanti condizioni di illuminazione (in particolare tali PBR sono condizionati dai cicli giorno-notte) mentre gli impianti indoor, illuminati artificialmente con lampade di vario tipo, sono caratterizzati da una illuminazione continua. In assenza di luce (o di un substrato organico) le cellule metabolizzano componenti cellulari per ottenere energia, determinando una diminuzione del peso cellulare.

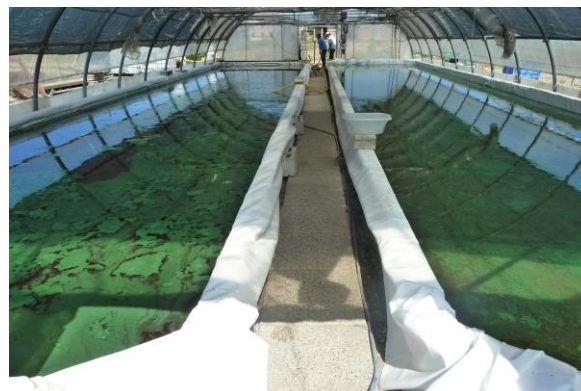


Figura 5. Esempio di impianto outdoor per la coltivazione di microalga in vasca protetta da serra

Per risolvere questo tipo di alterazione nella coltura sono stati sviluppati prototipi nei quali sensori, in grado di rilevare l'intensità della luce solare, permettono l'accensione o lo spegnimento di un sistema di illuminazione artificiale in un fotobioreattore esterno, garantendo una illuminazione continua.

Nonostante le differenze, si può dunque affermare che il criterio principale con cui viene creato e realizzato un fotobioreattore è quello di permettere all'organismo fototrofico la migliore efficienza nella conversione dell'energia luminosa, cercando di garantire un'equilibrata e costante quantità di luce.



Figura 6. Esempio di impianto indoor per la coltivazione di microalga con PBR cilindrico

Esistono varie tipologie di fotobioreattori che si distinguono per: tipo (a colonna, pannelli,

tubulari, anulari, ecc), sistemi di agitazione, posizione (interno/esterno), inclinazione e materiale costruttivo (vetro, lastre di plastica rigida, film plastici flessibili).

In essi i parametri controllabili sono: luce, temperatura, pH, O₂, CO₂ e nutrienti.

I materiali con i quali sono costruiti devono avere grande resistenza e alta trasparenza, non essere tossici, avere stabilità chimica e, se possibile, avere un costo ridotto.



Nei reattori chiusi si evita più agevolmente la contaminazione da specie estranee, tuttavia è più difficile controllare l'aumento di temperatura indotto dall'irraggiamento solare.

Negli impianti chiusi, le microalghe sono tipicamente coltivate in monocultura in fotobioreattori tubolari, che si distinguono a seconda dello sviluppo: orizzontale, aventi bassa produttività per unità di superficie, oppure verticale.

È comunque provato che i reattori verticali (colonne a bolle o air-lift) hanno prestazioni migliori rispetto ai loops orizzontali.

1.5 Gli output del processo

Il processo prevede l'estrazione di **pigmenti naturali (coloranti)** dalle materie prime in ingresso. Le sostanze di interesse per il progetto sono licopene, clorofilla ed altre. Prima di una trattazione nello specifico delle sostanze di interesse si procede di seguito con un inquadramento generale sulla tematica dei coloranti ed additivi alimentari.



Figura 7. Esempio di coloranti di diversa pigmentazione

I coloranti e gli estratti naturali si ottengono attraverso metodi fisici o per estrazione con solventi da fonti naturali. Il loro utilizzo è in crescita essendo il mercato sempre più attento ai prodotti di origine naturale.

I coloranti e gli estratti naturali sono disponibili in forma idrosolubile o liposolubile e sono formulati per essere dispersi nell'applicazione scelta. La legislazione europea relativa ai coloranti è la 95/45/EC.

Per quanto riguarda gli estratti naturali, le direttive relative ad una loro applicazione come integratori alimentari sono riportate nel decreto legislativo del 1992, applicazione delle Direttive 89/395-396/CEE.

L'impiego di questi composti naturali può comportare:

- una nuova opportunità di mercato per le imprese del settore;
- una riduzione dell'impatto ambientale del settore;
- la concreta possibilità di recuperare aree territoriali degradate o in via di abbandono con la coltivazione di piante, destinate all'estrazione di coloranti naturali;
- lo sviluppo di attività nazionali di estrazione e lavorazione delle sostanze cromofore e/o con proprietà antiossidanti;

- la possibilità di utilizzo da parte di soggetti che presentino carenze di determinati principi nutritivi.

1.5.1 Gli additivi alimentari

Gli additivi alimentari sono sostanze impiegate nell'industria alimentare durante la preparazione, lo stoccaggio e la commercializzazione di prodotti destinati all'alimentazione. Essi sono definiti per legge a livello europeo come *"qualsiasi sostanza normalmente non consumata come alimento in quanto tale e non utilizzata come ingrediente tipico degli alimenti, indipendentemente dal fatto di avere un valore nutritivo, che aggiunta intenzionalmente ai prodotti alimentari per un fine tecnologico nelle fasi di produzione, trasformazione, preparazione, trattamento, imballaggio, trasporto o immagazzinamento degli alimenti, si possa ragionevolmente presumere che diventi, essa stessa o i suoi derivati, un componente di tali alimenti, direttamente o indirettamente"* (Direttiva del Consiglio 89/107/CEE).

Gli additivi alimentari sono tuttora uno degli argomenti più controversi e sono motivo di preoccupazione per il consumatore.

Nel 1989, la Comunità Europea ha adottato una Direttiva Quadro (89/107/CEE) che ha stabilito i criteri di valutazione degli additivi e ha previsto l'adozione di tre direttive tecniche specifiche:

- la Direttiva 94/35/CE sui dolcificanti;
- la Direttiva 94/36/CE sui coloranti;
- la Direttiva 95/2/CE sugli additivi di altro genere.

Le tre norme stabiliscono:

- l'elenco degli additivi che possono essere utilizzati (con esclusione di tutti gli altri);
- gli alimenti in cui possono essere impiegati;

- gli eventuali livelli massimi consentiti.

Queste Direttive sono affiancate da norme che definiscono i criteri specifici di purezza previsti per tali additivi.

Sistema di classificazione additivi UE

La lettera E seguita da un numero indica che l'additivo è stato approvato dall'Unione Europea. Per ottenere questa denominazione, occorre che la sicurezza dell'additivo sia stata valutata sotto tutti gli aspetti dal SCF, il Comitato Scientifico dell'Alimentazione Umana. Questo sistema costituisce anche un modo semplice e pratico per indicare gli additivi autorizzati in tutte le lingue dell'Unione Europea.

Tabella 3. Codici numerici per la categoria "coloranti" degli additivi alimentari

E 100 – E 199 COLORANTI	100-109: Gialli
	110-119: Arancioni
	120-129: Rossi
	130-139: Blu e violetti
	140-149: Verdi
	150-159: Marroni e neri
	160-199: Altri

Un esempio:
E160d Licopene.

1.5.2 I coloranti alimentari

Il colore è una delle principali caratteristiche sensoriali e contribuisce a far sì che un alimento risulti ben accetto o sgradito. Se l'aggiunta del colore può apparire, agli occhi di qualcuno, di

natura puramente cosmetica, non vi sono dubbi sul fatto che il colore sia un fattore importante nella percezione, da parte del consumatore, dell'alimento che spesso viene associato ad un determinato sapore o ad una specifica intensità di sapore. I coloranti alimentari sono additivi alimentari che vengono aggiunti agli alimenti principalmente per le ragioni seguenti:

- per compensare le perdite di colore dovute all'esposizione a luce, aria, umidità e variazioni di temperatura;
- per migliorare i colori naturali;
- per aggiungere colore agli alimenti che altrimenti ne sarebbero privi o sarebbero colorati diversamente.

I coloranti alimentari sono contenuti in numerosi alimenti, tra cui snack, margarina, formaggio, marmellate e gelatine, dolci, bevande ecc. Ogni colorante alimentare il cui impiego è autorizzato nell'Unione europea è soggetto a una rigorosa valutazione in termini di sicurezza.

Il quadro normativo dell'UE

Le principali norme in vigore nell'Unione Europea sono:

- la Direttiva del Parlamento e del Consiglio Europeo 94/36/CE in materia di coloranti per uso alimentare;
- la Direttiva della Commissione 95/45/CE che stabilisce i criteri specifici di purezza dei coloranti per uso alimentare.

Tali norme sono applicate dai vari Stati Membri e le loro principali disposizioni si prefiggono l'obiettivo di definire un elenco di coloranti autorizzati che soddisfino gli specifici criteri di purezza.

Ai sensi del regolamento (CE) n. 1331/2008 della Commissione tutti gli additivi alimentari devono

essere sottoposti a una valutazione di sicurezza dell'EFSA prima di ottenere l'autorizzazione dai gestori del rischio dell'UE. Conformemente al regolamento (CE) n. 1333/2008 della Commissione, tutti gli additivi alimentari in uso prima del 20 gennaio 2009 devono essere sottoposti a una nuova valutazione del rischio da parte dell'EFSA.

Il regolamento (UE) n. 257/2010 della Commissione istituisce un programma relativo a una nuova valutazione degli additivi alimentari autorizzati. L'allegato II del regolamento specifica, in ordine di priorità decrescente, tre gruppi di coloranti alimentari, ovvero i gruppi 1, 2 e 3, nonché la data limite per la loro nuova valutazione. In conformità con tale programma, i coloranti alimentari devono essere valutati in via prioritaria, poiché questi sono stati tra i primi additivi a essere valutati dall'ex comitato scientifico dell'alimentazione umana (SCF) diversi anni fa. Occasionalmente la Commissione europea può richiedere il parere dell'EFSA sulle allergie alimentari al momento di decidere sulla possibile inclusione o meno dei coloranti alimentari nell'elenco degli allergeni alimentari riportato nell'allegato della Direttiva 2000/13/CE relativa all'etichettatura, presentazione e pubblicità dei prodotti alimentari.

Studi e valutazioni sulla salute

Da tempo la categoria dei coloranti alimentari è oggetto di valutazioni tendenti a verificarne gli eventuali effetti negativi sulla salute.

Vanno in particolare ricordati i recenti studi condotti dall'EFSA riguardanti possibili collegamenti tra determinati coloranti alimentari ed effetti indesiderati sul comportamento di bambini iperattivi.

Una prima conseguenza di tali studi pare ritrovarsi in quanto disposto dal recente

regolamento (CE) N. 1333/2008 del 16 dicembre 2008 relativo agli additivi alimentari. Infatti, l'allegato V di tale regolamento prevede un elenco di coloranti alimentari la cui dichiarazione in etichetta dovrà essere accompagnata dalla seguente informazione:

«può influire negativamente sull'attività e l'attenzione dei bambini».

I coloranti oggetto di tale disposizione sono:

E 102: tartrazina

E 110: giallo tramonto FCF, giallo arancio S

E 104: giallo di chinolina

E 122: azorubina, carmoisina

E 129: rosso allura AC

E 124: Ponceau 4R, rosso cocciniglia A

Coloranti alimentari naturali

- Arancione: viene dato da vari tipi di carotene (dalla carota), utilizzati p.es nel formaggio Cheddar.
- Bianco: caratteristico del lardo animale (traslucida rifrangenza e riflessione di tutti colori), il colorito giallastro che può prendere è dovuto alla alta solubilità di coloranti come i caroteni, presenti nell'alimentazione dell'animale.
- Giallo: nel giallo d'uovo viene dato da colesterolo e fosfolipidi.
- Nero: nel ribes nigrum, il colore nero è dato soprattutto dal pigmento antociano.
- Rosso: nel sangue è caratteristico dell'emoglobina, che possiede molti gruppi insaturi nel tetra-pirrolo, molecola portante della protoporfirina-eme, il sangue, imbibendole, dà colore anche alle carni.
- Rosso: nella frutta (particolarmente nell'uva da vino rosso) è spesso associato a flavonoidi (come il resveratrolo, che si

sono rivelati dei potenti antiossidanti utili contro l'arteriosclerosi.

- Rosso pomodoro: il colore acceso dei pomodori più maturi, è dovuto al licopene (sostanza naturale con proprietà antiossidanti).
- Verde: più spesso deriva dalla clorofilla, che può colorare anche l'olio extravergine.

1.5.3 Coloranti dalle microalghe

Le alghe contengono una vasta gamma di pigmenti fotosintetici. Di seguito si riportano alcuni vantaggi connessi all'uso dei coloranti derivati alle alghe.

- *Valore nutrizionale*: la maggior parte dei pigmenti ha un valore nutrizionale a differenza dei pigmenti sintetici;
- *Compatibilità ambientale*: Il processo di produzione dei pigmenti dalle alghe non richiede l'uso di sostanze o prodotti chimici pericolosi per l'ambiente;
- *Non tossicità e non cancerogenicità*: i pigmenti derivati dalle alghe possono essere utilizzati in sicurezza come coloranti alimentari.

Le principali classi di pigmenti sono:

- Clorofilla;
- Carotenoidi;
- Ficobili.

Di seguito si riportano alcuni dei più importanti pigmenti estratti dalle microalghe.

Tabella 4. Microalghe e coloranti

Pigmento	Colore	Alga
Ficoeritrina	Rosso	<i>Porphyridum cruentum</i>



Ficocianina

Blu

Spirulina platensis

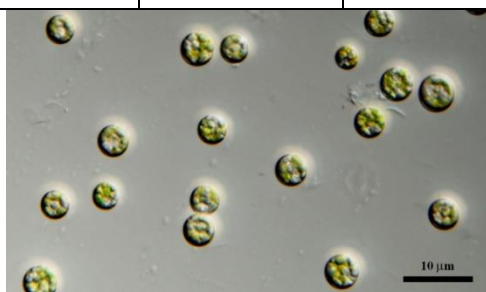
Beta-carotene

Giallo-Arancione

Dunaliella salina

Clorofilla

Verde

Chlorella sp.

Fucoxantina

Marrone

Phaeophytes

1.5.4 I coloranti naturali di interesse per il progetto BIOCOLOR

Il licopene

Il **licopene** è un forte antiossidante naturale la cui principale fonte dietetica è il pomodoro ed ha dimostrato di possedere delle virtù terapeutiche nella prevenzione e nella cura di alcuni tipi di tumore, in particolare quello della prostata.

Il licopene è il carotenoide presente principalmente nel pomodoro e nei prodotti da esso derivati (salse, sughi, concentrati, etc.). Esso è responsabile della loro colorazione rossa, ed è caratterizzato da un'energica attività antiossidante.

Il contenuto di licopene nella polpa del pomodoro è di circa **30-40 mg/kg**, mentre nelle bucce il contenuto di licopene sale fino a **50-60 mg/kg**. L'organismo umano non è in grado di sintetizzare il licopene e pertanto esso può essere assunto solo tramite la dieta: oltre l'80% del licopene presente nel corpo umano deriva da consumo di pomodoro o di prodotti da esso derivati.

Il licopene è un importante strumento per la prevenzione di un gran numero di patologie, quali:

- malattie degenerative del sistema nervoso centrale (Alzheimer, Parkinson);
- osteoporosi;
- alcune forme di diabete (mellito);

- degenerazione maculare senile (DMS);
- malattie cardio-vascolari, (riduzione colesterolo LDL, ipertensione, etc.);
- tumori (prostata, pancreas, apparato digerente, seno, fegato, pelle)
- infertilità maschile e invecchiamento della pelle.

Per le sue proprietà chimiche e biologiche, il lycopene è considerato un ottimo ingrediente nella formulazione di integratori alimentari per il benessere e la salute umana, specifici per la prevenzione di molteplici patologie.



Riferendosi ai dati di produzione e lavorazione del pomodoro (e ai relativi scarti di filiera) la possibilità di produrre coloranti alimentari naturali da tale materia di scarto risulta interessante sia dal punto di vista ambientale (riduzione dell'impatto ambientale del settore conserviero per smaltimento alternativo dello scarto di produzione) che economico (produzione di un bene, i coloranti alimentari naturali, di crescente interesse per il mercato).

La clorofilla

Con il termine di clorofilla si definisce un pigmento verde che si trova negli organismi fotosintetici. E' presente nei grani dei cloroplasti delle cellule vegetali, o negli organismi procarioti che realizzano la fotosintesi clorofilliana. La clorofilla è approvata come additivo alimentare con numero di registro E140 ed E141 ed in quanto tale va segnalata in etichetta. Si presenta come una polvere dal colore che può oscillare tra il verde oliva e il verde scuro a seconda della frazione di molecole coordinata con il magnesio. A parte il contenuto in clorofille propriamente dette, questo pigmento contiene molte altre

sostanze provenienti dalla matrice vegetale (fino al 90%w/w).

Studi scientifici affermano che le microalghe (in particolare la microalga Spirulina) possiedono un contenuto in clorofilla notevolmente maggiore rispetto ai vegetali di terra. Un esempio è dato dal confronto fra lo spinacio e la microalga Spirulina: nel primo si ha un contenuto di 0,06 mg di clorofilla, mentre nella seconda di 1,15 mg ovvero un contenuto 20 volte maggiore per unità di massa secca analizzata.

La legislazione europea definisce E140 o E141 solo la clorofilla estratta con uno dei seguenti solventi: acetone, metiletilchetone, diclorometano, anidride carbonica, metanolo, etanolo, propan-2-olo ed esano. L'utilizzo di questi solventi per l'estrazione della clorofilla, seppur possibile con Naviglio Estrattore, risulta non preferibile all'utilizzo diretto di Spirulina.

L'elevato contenuto in clorofilla di Spirulina, infatti, permette di ricavare in maniera molto efficiente, ma allo stesso tempo economica, un interessante 'ingrediente derivato' dall'intenso colore verde. Il procedimento prevede la riduzione in polvere fine della biomassa microalgale secca che, in seguito, può essere utilizzata tal quale come 'alimento colorante'. La capacità colorante è elevata e di conseguenza si possono utilizzare modeste quantità di polvere di Spirulina senza apportare modifiche sostanziali al gusto di un prodotto alimentare.

Pur non lavorando con un colorante alimentare propriamente detto, si ottengono degli ottimi risultati cromatici senza l'utilizzo di solventi organici, con minimo consumo di energia e minima liberazione di anidride carbonica in atmosfera.

La ficocianina

La **ficocianina** è una biliproteina idrosolubile presente nelle alghe verdi-azzurre con funzione di pigmento fotosintetico accessorio. Recenti

ricerche hanno evidenziato che la ficocianina è un potente antiossidante naturale attivo: permette di inibire la perossidazione lipidica sia negli epatociti che negli eritrociti e protegge il DNA dal danno ossidativo.

Diversi studi dimostrano che gli estratti della Spirulina (quali la clorofilla-a, luteina, β -carotene, ficocianina e aloficocianina) possono impedire o inibire il cancro nell'uomo e negli animali e sono potenti tonici per il sistema immunitario, alimentando il meccanismo di difesa cellulare.

La produzione di estratti naturali dalle microalghe presenta dei vantaggi in relazione agli impianti vegetali o animali. In particolare si ha:



- a. una elevata attività fotosintetica e una spiccata adattabilità ai fattori ambientali. Tali aspetti determinano versatili condizioni di crescita;
- b. che la composizione chimica delle microalghe (ricche di proteine, vitamine, principi attivi), è condizionata dal mezzo di crescita e dall'ambiente;
- c. la possibilità di manipolare le condizioni di coltura e modificare i prodotti algali secondo le specifiche esigenze.

1.5.5 Confronto fra pomodoro e microalga come fonte di coloranti naturali

Il progetto mette a confronto la lavorazione di due diverse materie prime per l'estrazione di coloranti naturali: il pomodoro e la microalga.

Si sono precedentemente elencate le diverse ed importanti implicazioni della produzione di coloranti da questi due substrati. Nello specifico risulta interessante valutare, tra i due processi,

quello più promettente. Un possibile vantaggio ottenibile dall'estrazione da biomasse fotosintetiche rispetto all'estrazione del licopene dal pomodoro è che mentre le bucce di pomodoro sono ricche di pesticidi e sostanze che possono parzialmente contaminare l'estratto, le cellule microalgali sono esenti da tale contaminazione: l'estrazione di sostanze risulta più "pura" e selettiva.



Dalla matrice microalga Spirulina si possono ricavare più pigmenti cromatici. Infatti, mentre dal pomodoro può essere estratto il licopene da utilizzare come colorante rosso, dalla microalga Spirulina può essere estratta la ficocianina per la colorazione blu o, senza passare per la fase di estrazione, si può utilizzare direttamente l'alga secca (in polvere) come colorante verde.



Una valutazione oggettiva della convenienza della produzione di coloranti dai residui della produzione del pomodoro e dalle colture cellulari fotosintetiche deve essere rimandata ad una specifica **analisi costi-benefici** da eseguire solo ad impianto avviato quando sarà possibile raccogliere dati riguardanti il consumo energetico, la qualità del prodotto finale, l'impiego di forza lavoro, etc.

1.6. Fasi del progetto

Si rende necessario procedere allo sviluppo di nuove applicazioni per il settore primario ortofrutticolo, al fine di correggere la situazione tecnologica odierna, di aumentare il grado d'innovazione e la competitività del settore ortofrutticolo rispetto ai mercati internazionali e nazionali. Al fine di razionalizzare l'intervento, si

rende necessaria l'azione su un numero significativo di PMI del territorio siciliano. I risultati del progetto si concretizzeranno nella realizzazione di un percorso di innovazione sia in termini di tecnologie esistenti, ma non ancora utilizzate dalle aziende coinvolte, sia di tecnologie utilizzate da altri settori contigui, che possa portare ad una valorizzazione dei sottoprodotti dei sistemi produttivi delle singole aziende.

Il progetto si propone di guidare le aziende coinvolte, all'utilizzo o all'adozione di efficaci tecnologie che possano rappresentare una risposta alle molteplici esigenze contingenti, quali:

- Valutazione dell'effettivo margine competitivo derivante dall'introduzione di particolari innovazioni;
- La necessità di aprire le aziende ad una mentalità imprenditoriale favorevole all'introduzione di tecnologie e metodologie nuove ed alternative rispetto a quelle tradizionali e meno competitive;
- Necessità di sviluppare una collaborazione sempre più stretta con enti di ricerca pubblici e privati;

In particolare e secondo quanto previsto dal contratto il progetto si sviluppa in più fasi.

1.6.1 Fase 1

La Fase 1 del progetto prevede la selezione e la messa a dimora di linee di pomodoro ad elevato contenuto di licopene e standardizzazione della produzione.

1.6.2 Fase 2

La Fase 2 del progetto prevede la progettazione, realizzazione e collaudo di un impianto a scala pilota precompetitiva per la produzione di colture unicellulari fotosintetiche ricche in coloranti.

1.6.3 Fase 3

La Fase 3 del progetto prevede la realizzazione di un impianto a scala pilota per il pretrattamento delle biomasse vegetali ed algali e delle frazioni solide ottenibili dai residui del pomodoro ed estrazione e conservazione del prodotto.

1.6.4 Fase 4

La Fase 4 del progetto prevede la valutazione dei costi/benefici relativi ai processi realizzati e ai prodotti ottenuti

1.6.5 Fase 5

La Fase 4 del progetto prevede la diffusione dei risultati del progetto tra tutte le imprese coinvolte, per garantire un beneficio del progetto non limitato alle aziende singole o ai gruppi di aziende.

1.7 Risultati attesi del progetto

I risultati di questo progetto si concretizzano nell'individuazione e nella realizzazione di un percorso ottimale di innovazione (sia di tecnologie esistenti, ma non ancora utilizzate dalle aziende coinvolte, sia di tecnologie da adattare e usate in altri settori contigui) che porti alla valorizzazione della filiera agroalimentare del territorio siciliano ed un miglioramento delle tecniche di riutilizzo dei sistemi produttivi delle singole aziende del comparto primario e, in un secondo momento, di tutto il settore ortofrutticolo e in particolare della filiera del pomodoro.

I beneficiari primari del progetto BIOCOLOR sono aziende afferenti al consorzio ASI Gela dell'Ortofrutta, comprendendo sia singole aziende del settore primario sia aziende di trasformazione e commercializzazione localizzati nel territorio di interesse.

Il progetto si propone di offrire, oltre ai partners di progetto alle aziende del territorio siciliano interessate, la possibilità di un riposizionamento strategico innovativo connesso all'utilizzo o all'adozione di efficaci strumenti di risposta alle molteplici esigenze contingenti, quali:

- Valutazione dell'effettivo margine competitivo derivante dall'introduzione di particolari innovazioni;
- La necessità di aprire le aziende ad una mentalità imprenditoriale favorevole all'introduzione di tecnologie e metodologie nuove ed alternative rispetto a quelle tradizionali e meno competitive;
- Necessità di sviluppare una collaborazione sempre più stretta con enti di ricerca pubblici e privati;
- Messa a punto di sistemi efficaci per la tutela, la gestione e il trasferimento del know-how.

Il coinvolgimento di diverse realtà imprenditoriali pubbliche e private dislocate sull'intero territorio regionale fa sì che i risultati possano essere trasferiti in modo puntuale e con ampia diffusione. La realizzazione di questo progetto e la riqualificazione verso mercati ad elevato valore aggiunto, possono aiutare l'agricoltura siciliana a ottimizzare la gestione aziendale, riconferendo all'universo delle sue piccole e medie imprese, parte di quella competitività perduta. In sostanza, BIOCOLOR ha come obiettivo quello di dare maggiore competitività alle produzioni tipiche nelle aree rurali, attuando un meccanismo di trasferimento di innovazione incentrato sul partenariato tra pubblico e privato nel sistema produzione-trasformazione-distribuzione per un impiego più efficiente e sostenibile delle risorse locali.

1.8 Dati riassuntivi del progetto

Programma

PSR - Misura 124

Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare, e in quello forestale

Titolo del progetto

Produzione ed estrazione di coloranti naturali da residui della produzione del pomodoro e delle colture cellulari fotosintetiche – BIOCOLOR

Settore di intervento

Coloranti naturali derivanti da specie vegetali

Obiettivi del progetto

Obiettivo generale

Produzione ed estrazione di coloranti naturali da residui della produzione del pomodoro e colture cellulari fotosintetiche.

Obiettivi specifici

- 1) Recupero di coloranti ed estratti naturali da scarti di origine vegetale, quali per esempio, bucce e scarti del pomodoro e da colture algali dedicate.
- 2) Creazione di una stretta collaborazione fra tutti gli attori della "filiera" agro-alimentare.
- 3) Trasferimento delle ultime tecnologie di trasformazione industriale (mild-technologies) con la finalità di ottenere prodotti sicuri e con caratteristiche innovative.
- 4) Analisi costi benefici dei prodotti ottenuti e dei processi realizzati.

Logo del progetto

Figura 8. Logo del progetto BIOCOLOR

Soggetti promotori

Regione Sicilia – Assessorato delle Risorse Agricole e Alimentari tramite il Programma di Sviluppo Rurale della Regione Sicilia.



Figura 9. Logo del Programma di Sviluppo Rurale della Regione Sicilia

Finanziamento del progetto

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: L'Europa investe nelle zone rurali (2007-2013).

Denominazione dell'impianto

Impianto per la produzione ed estrazione di coloranti naturali da residui della produzione del pomodoro e colture cellulari fotosintetiche

Beneficiario del progetto

Istituto Regionale per lo Sviluppo delle Attività Produttive (IRSAP) – Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale di Gela in liquidazione (ASI).

Luogo di installazione

Impianto di Gela Fruit S.r.l.
Contrada Albani di Muncibi ss 117 bis Km 89 93012 Gela (CL).

Si è deciso di collocare la fornitura all'interno del portico antistante il capannone. Si tratta di una

struttura provvista di pareti di chiusura in tela. Il portico dispone, inoltre, di allaccio acqua, quadro elettrico con corrente elettrica 380V/320°, linea di scarico collegata ed apposito pozzetto.



Figura 10. Logo dell'azienda ospitante l'impianto

Coordinatore del Progetto

Tabella 5. Coordinatore del progetto

Ente coordinatore	Responsabile
ASI di Gela	Ing. E. Burgio

Partners

Tabella 6. Partners del progetto

PARTERN	RUOLO
Consorzio ASI di Gela	Capofila
Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia	Soggetto di Ricerca
Carmisciano Angelo	Impresa agricola
Cirignotta Giacomo	Impresa agricola
Cocchiario di Cocchiario Giovanni & c. Società	Impresa agricola
Carmisciano Luigi	Impresa agricola
Sciandro Andrea	Impresa agricola
CONFAGRICOLTURA -Unione provinciale degli agricoltori-	Associazione di imprese agricole
Europrosvi S.r.l.	Impresa fornitrici di servizi
Gela Fruits S.r.l.	Impresa fornitrici di servizi

Centro di Ricerca della Provincia di Caltanissetta	Impresa fornitrici di servizi
--	----------------------------------

Fornitori**Tabella 7. Fornitori del progetto**

Fornitore	Responsabile
Microlife S.r.l.	Ing. Andrea Moro

Personale formato all'uso, gestione e manutenzione dell'impianto**Tabella 8. Nominativi del personale formato**

Nominativo	Titolo
Lo Nigro Piero Salvatore	Agronomo
Giudice Orazio Antonio	Agronomo
Mauro Giovambattista	Agronomo
Carmisciano Salvatore	Agronomo
Vitale Vincenzo	Agronomo
Di Nisi Giovanni	Agronomo
Mistrangelo Ambrogio	Agronomo

1.9 Metodologia di formazione del personale

Il personale indicato in Tabella 8 viene formato tramite un corso di formazione tenuto dall'ente fornitore durante il quale vengono presentati i contenuti dei Manuali d'Uso e di Manutenzione.

Il personale deve presentarsi al corso di formazione con alle spalle lo studio approfondito del Manuale di Formazione che è stato fornito loro con ragionevole anticipo rispetto alla data del corso.

Durante il corso la presenza dei partecipanti verrà annotata (utilizzare l'apposito modulo F1 in allegato al seguente documento) dal titolare del corso. Il corso prevede l'esposizione dei contenuti dei Manuali avvalendosi di supporti cartacei (i Manuali stessi), digitali (slides di presentazione) e con le dimostrazioni in situ delle operazioni di gestione e manutenzione.

Alla fine del corso di formazione ogni frequentante sarà in grado di svolgere le operazioni di gestione e manutenzione dell'impianto. Ai partecipanti al corso di formazione verrà poi rilasciato il certificato di frequenza (utilizzare l'apposito modulo F2 in allegato al seguente documento).

2. AVVERTENZE GENERALI

2.1 IDENTIFICAZIONE COSTRUTTORE

Microlife S.r.l.

Largo Europa, 12

35137 Padova

Tel. +39 049 8753247

Fax +39 049 2106990

e-mail: info@micro-life.it

2.2 SOGGETTI

2.2.1 Definizioni

Operatore

La o le persone incaricate di installare, far funzionare, regolare, eseguire la manutenzione, pulire e trasportare l'impianto.

Classificazione degli operatori

L'operatore si può distinguere in due figure principali che in alcuni casi sono identificabili in una unica persona:

- Operatore per la conduzione dell'impianto ha il compito di:
 - avviare e controllare il funzionamento dell'impianto;
 - effettuare semplici operazioni di regolazione;
 - eliminare semplici anomalie di funzionamento;
 - pulire l'impianto.
- Operatore per la manutenzione dell'impianto è un tecnico qualificato, in grado di operare sull'impianto per effettuare regolazioni, manutenzione e riparazioni.

Utente

L'ente o la persona legalmente responsabile dell'impianto.

2.2.2 Doveri del datore di lavoro

Il datore di lavoro è responsabile della divulgazione del presente documento a tutto il personale che interagirà con l'impianto.

2.2.3 Doveri degli operatori sull'impianto

Oltre al dovere di attenersi scrupolosamente alle indicazioni contenute nel presente manuale, gli operatori hanno l'obbligo di segnalare ai loro diretti responsabili ogni eventuale deficienza o potenziale situazione pericolosa che si dovesse verificare.

In caso di mal funzionamento dell'impianto, verificare le procedure riportate nei vari capitoli.

2.3 NORME DI SICUREZZA GENERALE

L'impianto può essere utilizzato solo da personale adeguatamente formato alla sua conduzione e sorveglianza.

La ditta costruttrice non potrà essere ritenuta responsabile di eventuali danni a persone e cose che dovessero derivare da:

- Uso improprio, errato o non conforme alle istruzioni dell'impianto;
- Modi d'uso non conformi a norme e leggi vigenti;
- Uso dell'impianto da parte di personale non formato.

Mentre l'elettricità migliora la Vostra vita può anche essere pericolosa se alcune regole principali non vengono seguite:

- Controllare che i contatti elettrici non vengano a contatto con l'acqua. Attenzione al cortocircuito.

- Le riparazioni dell'impianto devono essere eseguite esclusivamente da personale specializzato. In caso di guasti non cercare di riparare l'impianto di persona. Interventi eseguiti da persone non competenti possono comportare danni ed incidenti.
- In caso di malfunzionamento consultare il presente manuale, qualora non fossero trovate le informazioni necessarie contattare il fornitore.
- In caso di sostituzione di componenti dell'impianto, richiedere l'impiego di ricambi conformi alle caratteristiche degli originali;
- Eseguire periodicamente la pulizia e la manutenzione richiesta, così come specificato nel presente manuale.

La ditta costruttrice non potrà essere ritenuta responsabile di eventuali danni a persone e cose che dovessero derivare da:

- Carenze e/o non rispetto della manutenzione prevista;
- Manutenzione non eseguita correttamente;
- Manutenzione non eseguita da personale specializzato, quando previsto dal presente manuale o dalle norme e leggi vigenti.

2.4 GARANZIA E ASSISTENZA TECNICA

I costi dell'installazione e del collaudo sono a totale carico del fornitore.

Durante la fase di collaudo la società Microlife S.r.l. sarà presente al fine di assistere nelle operazioni necessarie allo start-up dell'impianto.

La fornitrice si impegna a garantire il corretto funzionamento dell'impianto di produzione, raccolta e lavorazione di organismi fotosintetici con riferimento alle disposizioni previste dal Codice Civile.

La strumentazione e le apparecchiature in genere saranno coperte da garanzia totale per un

periodo non inferiore ai requisiti previsti dalle norme vigenti e comunque non inferiori ai ventiquattro (24) mesi. La garanzia decorre dal giorno del collaudo dell'impianto.

Qualora le forniture risultassero difettose o in qualsiasi modo non rispondenti alle prescrizioni tecniche, la società Microlife S.r.l. si rende disponibile a provvedere alla sostituzione del materiale difettoso o non conforme. Nell'ipotesi in cui emergano vizi occulti e difetti la società Microlife S.r.l. provvederà al ripristino dell'efficienza dei beni consegnati mediante sostituzione o riparazione gratuita delle parti inutilizzabili o inefficienti.

La società Microlife S.r.l., durante il periodo di garanzia, interverrà a riparare eventuali danni nel giro di trentasei (36) ore lavorative e a proprie spese.

La predetta garanzia è esclusa nei casi in cui il malfunzionamento dell'impianto sia attribuibile alla predisposizione del sito, nel qual caso l'utilizzatore resta obbligato ad introdurre i necessari correttivi sostenendone interamente i relativi oneri.

L'utilizzatore ha obbligo di astenersi da qualsiasi attività che possa arrecare danno all'impianto ed ha, inoltre, l'obbligo di adottare tutte le misure di sicurezza ritenute idonee al fine di evitare qualsiasi danno all'impianto medesimo.

In caso di danni arrecati all'impianto dal personale del Cliente, o da terzi dalla medesima incaricati e/o autorizzati, la stessa resta obbligata a sostenere gli oneri relativi alla sostituzione dei dispositivi danneggiati.



La garanzia non è valida se l'impianto o i suoi componenti verranno riparati senza il consenso del produttore.



La garanzia non è valida se vengono impiegati pezzi di ricambio non originali o differenti da quanto indicato nel presente manuale.



La garanzia non è valida se l'impianto o parti di esso vengono utilizzati in modo improprio.



La garanzia decade se vengono effettuate riparazioni da persone non autorizzate.



La garanzia non è valida nel caso in cui non vengano seguite le istruzioni operative o di manutenzione riportate nel presente manuale.



Microlife S.r.l. non è responsabile di problemi di malfunzionamento causati da un non corretto uso delle apparecchiature.

2.5 STRUTTURA ED USO DEL MANUALE



Leggere attentamente il presente manuale prima di procedere alla messa in servizio dell'impianto.

È VIETATA A QUALSIASI TITOLO LA RIPRODUZIONE, ANCHE PARZIALE, DELLE ILLUSTRAZIONI E/O DEL TESTO.

Questo manuale ha lo scopo di fornire all'utilizzatore tutte le informazioni necessarie affinché, oltre ad un adeguato utilizzo dell'impianto, sia in grado di gestire lo stesso nel modo più autonomo e sicuro possibile.

Esso comprende informazioni inerenti l'aspetto tecnico, il funzionamento, il fermo macchina, la manutenzione e la sicurezza.

In caso di dubbi sulla corretta interpretazione delle istruzioni, interpellare il nostro ufficio per ottenere i necessari chiarimenti.



Il presente manuale costituisce parte integrante della macchina, deve essere conservato con la massima cura da parte dell'acquirente, deve essere posizionato nelle immediate

vicinanze dell'impianto e, soprattutto, al riparo da liquidi e quant'altro ne possa compromettere lo stato di leggibilità.

Il manuale deve accompagnare l'impianto di fotobioreattori in caso questo venga ceduto ad un nuovo utilizzatore.

Il contenuto del presente manuale è stato redatto seguendo le linee guida della normativa UNI 10893-2000.

Il presente manuale è composto da 35 pagine, copertina inclusa.

È vietato a chiunque divulgare, modificare o servirsi per propri scopi del presente manuale.

Se necessario, l'operatore deve rimpiazzare il manuale o le parti che eventualmente sono state danneggiate (anche solo parzialmente).

Nella redazione del manuale si è fatta la scelta di usare pochi ma evidenti simboli di attenzione allo scopo di rendere più semplice e immediata la consultazione:

Informazioni sulla sicurezza



Il simbolo a fianco indica le operazioni che rappresentano una situazione di potenziale pericolo per gli operatori o per il rendimento del processo dell'impianto.

Procedure da seguire



Il simbolo a fianco indica le operazioni che necessitano di particolare attenzione. Esse devono essere eseguite in modo corretto per non recare danno alle cose o all'ambiente circostante. Questo simbolo inoltre evidenzia informazioni alle quali occorre prestare particolare attenzione

Suggerimenti



Le operazioni che necessitano di una attenta lettura delle indicazioni

fornite sul manuale uso e manutenzione sono evidenziate tramite il simbolo a fianco.

2.6 GLOSSARIO

Nel presente documento si usano i seguenti termini:

Microalghe: microrganismi unicellulari che possono vivere singolarmente o in colonie. In funzione della specie a cui appartengono, le loro dimensioni possono variare da pochi a 100 micrometri (μm).

Fotobioreattore: contenitore chiuso di forma tubolare (usualmente in plexiglass) per la coltivazione e lo sfruttamento dei microrganismi fotosintetici in grado di assicurare adeguata protezione dalla contaminazione, garantire uno stretto controllo dei parametri colturali e conseguire elevate produttività. A volte, per semplificare la trattazione, si indica il fotobioreattore con la sigla PBR (dall'inglese PhotoBioReactor).

Zarrouk, miscela di: La miscela di Zarrouk è una soluzione di sali nutrienti e acqua elaborata dal chimico C. Zarrouk nel 1966. Viene utilizzata come terreno di coltura per la crescita dei microrganismi fotosintetici. Si rimanda ai successivi capitoli i dettagli specifici della preparazione della miscela di Zarrouk.

3. DESCRIZIONE GENERALE

3.1 COMPONENTI DELL'IMPIANTO

L'impianto oggetto del seguente manuale è un impianto di tipo pre-industriale atto alla lavorazione del seguente materiale biologico:

- Microalga Spirulina;
- Pomodoro.

L'impianto è finalizzato alla coltivazione, raccolta e lavorazione di organismi fotosintetici (microalga Spirulina) e per la lavorazione degli scarti di pomodoro al fine di estrarre:

- Clorofilla ed altre eventuali sostanze come la ficocianina), dalla microalga Spirulina;
- Licopene, dal pomodoro.

L'impianto è costituito da una serie di unità indipendenti:

- **Unità di produzione** della biomassa algale. Si tratta di quattro fotobioreattori alloggiati su una struttura metallica portante. Tale unità è attrezzata con tutti i servizi necessari per favorire e garantire la crescita dei microrganismi fotosintetici.
- **Unità di filtrazione** della biomassa algale. L'unità è costituita da un vibrovaglio che permette di separare la biomassa algale in due flussi: un flusso di biomassa concentrato (che verrà poi avviato alle successive fasi di essiccazione e di estrazione) e un flusso di liquido chiarificato (che verrà poi avviato all'unità di stoccaggio).
- **Unità di stoccaggio** del liquido chiarificato e dei sali nutrienti (miscela di Zarrouk). L'unità è costituita da un serbatoio in polietilene di capienza 1000 l.
- **Unità di lavorazione del pomodoro**. L'impianto è pensato per il trattamento di scarti della lavorazione del pomodoro che sono direttamente forniti dalle industrie limitrofe di lavorazione del pomodoro. Qualora, per motivi di diversa natura, l'impianto dovesse essere sprovvisto di scarti di lavorazione si può procedere all'attivazione dell'unità di lavorazione del pomodoro che prevede la passatura di pomodoro fresco tramite una passatrice.
- **Unità di essiccazione**, costituita da un armadio essiccatore per la disidratazione della biomassa algale e degli scarti di pomodoro.
- **Unità di estrazione**, costituita da un estrattore per l'estrazione del licopene dagli scarti del pomodoro e per l'estrazione di eventuali altre sostanze di interesse dalle microalghe.

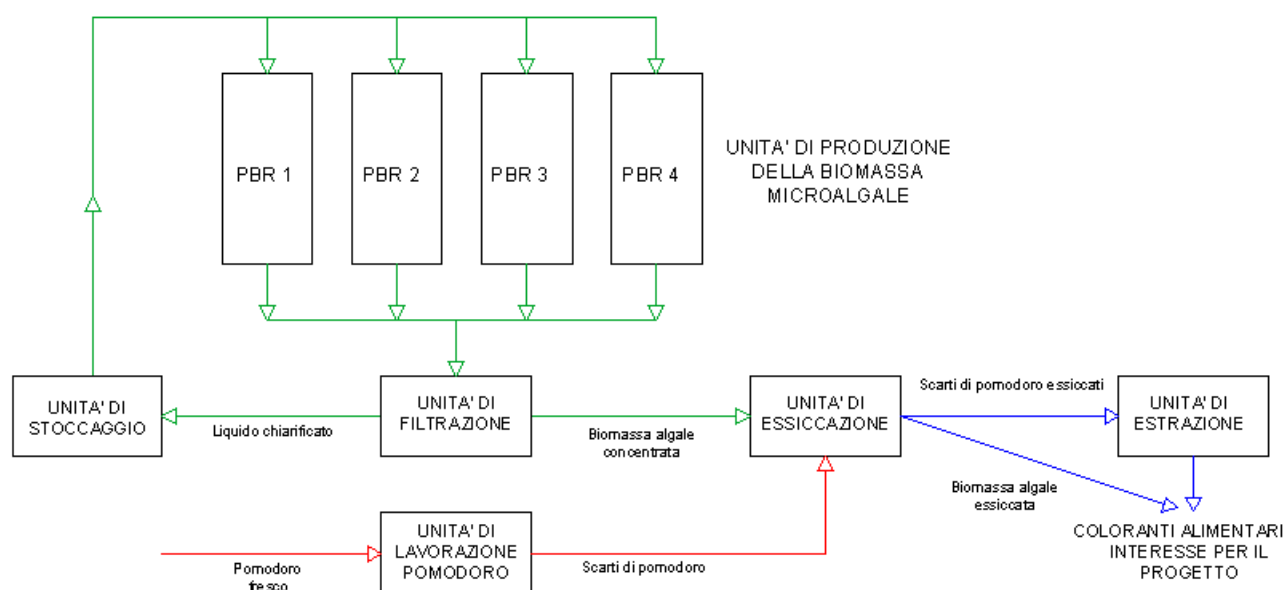


Figura 11. Schema a blocchi del processo implementato dall'impianto. In verde la parte dell'impianto in cui si ha la lavorazione della microalga spirulina, in rosso la parte dell'impianto dedicata alla lavorazione del pomodoro, in blu le unità in cui vengono lavorate entrambi i substrati.

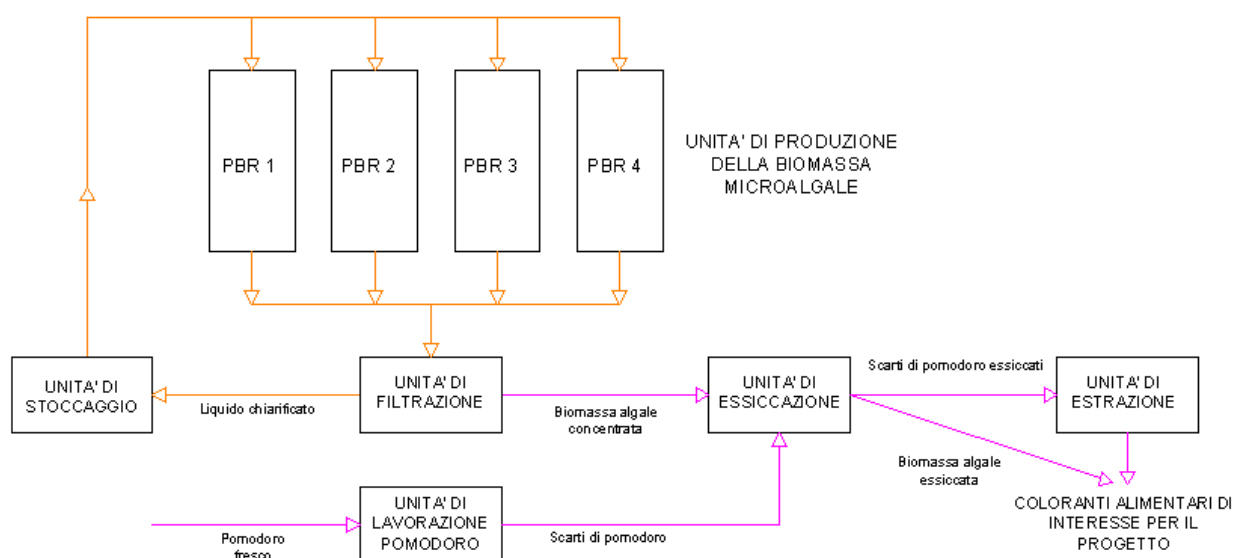


Figura 12. Schema a blocchi del processo implementato dall'impianto. In arancione il processo in continuo tramite l'utilizzo di tubazioni, in fucsia il processo in discontinuo tramite l'apporto di lavoro manuale.

3.1.1 Unità di produzione: i fotobioreattori

L'unità di produzione della biomassa microalgale è costituita da quattro fotobioreattori in plexiglass fissati su una struttura portante metallica. Di seguito si riportano alcune illustrazioni dell'unità.

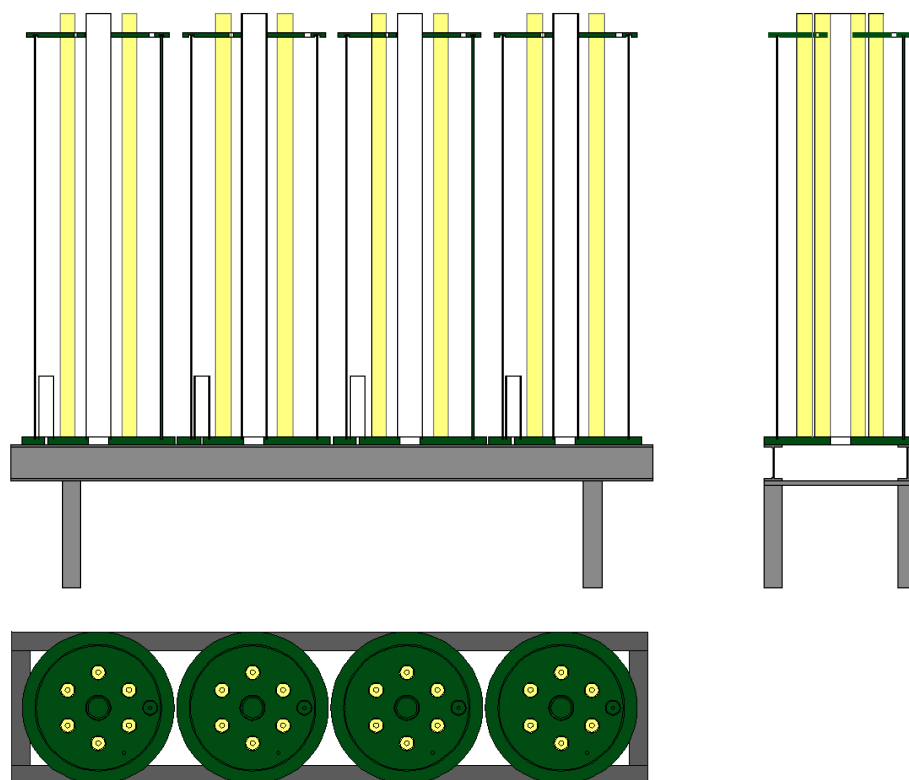
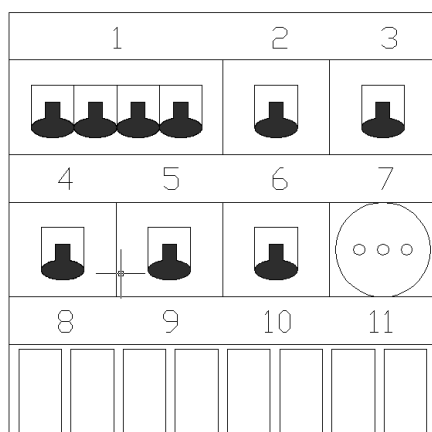


Figura 13. Viste della struttura di coltivazione costituita da quattro fotobioreattori

Particolare del pannello comandi (quadro elettrico)

In testa l'impianto è posto il quadro elettrico che permette il controllo (accensione e spegnimento) delle varie attrezzature (pompe, soffianti, impianti di illuminazione, etc.)



LEGENDA

1. INTERRUTTORE A LEVA: GENERALE
2. INTERRUTTORE A LEVA: ARIA
3. INTERRUTTORE A LEVA: LUCI
4. INTERRUTTORE A LEVA: POMPA P1201
5. INTERRUTTORE A LEVA: POMPA P1202
6. INTERRUTTORE A LEVA: POMPA P1401
7. PRESA
8. LUCI PBR 1
9. LUCI PBR 2
10. LUCI PBR 3
11. LUCI PBR 4

Figura 14. Schema del quadro elettrico in testa all'impianto di produzione della biomassa algale

3.1.2 Unità di filtrazione: il vibrovaglio

Di seguito si riporta una breve descrizione illustrativa del modello di vibrovaglio in dotazione all'impianto per la coltivazione, raccolta e lavorazione di organismi fotosintetici. Il modello è il GRC600/1S+MD.88 con vibrovaglio BI.S.V.600/1S della BITechnology S.r.l. di Reggio Emilia. Per maggiori informazioni consultare il manuale d'uso e manutenzione specifico del vibrovaglio allegato al seguente documento.

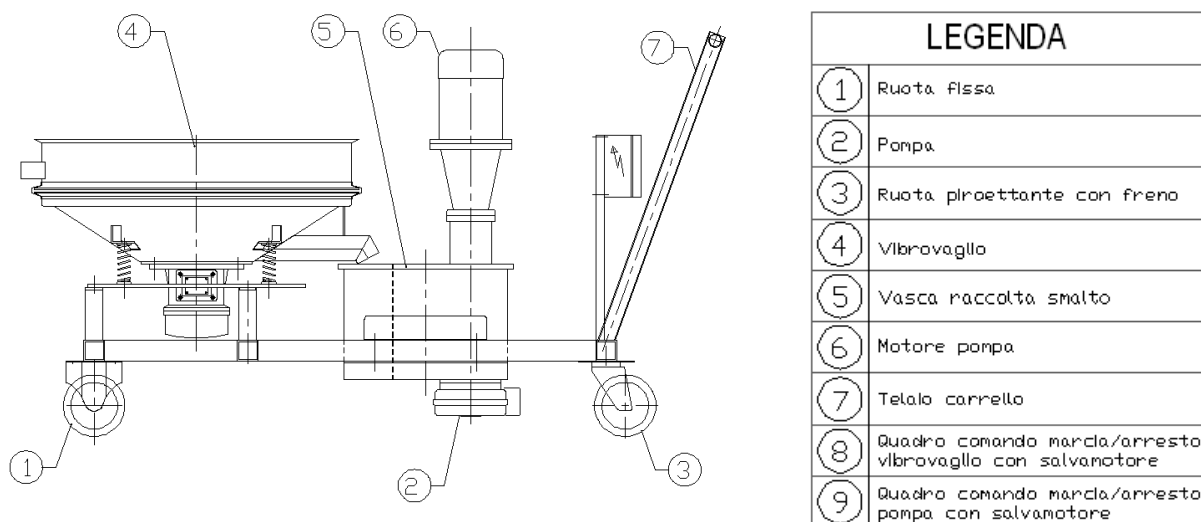


Figura 15. Vista del sistema di filtrazione della biomassa algale: il vibrovaglio

3.1.3 Unità di stoccaggio: il serbatoio

Il serbatoio per lo stoccaggio dei liquidi è prodotto dalla Ecopol S.r.l. Di seguito si riporta una breve descrizione illustrativa del modello in dotazione all'impianto: il CO 1000 in polietilene.

TIPO CO Cilindrico Orizzontale				
Codice Recipiente	Capacità Netta Lt.	Dimensione in cm		
		ALT.	LUNG.	Ø
CO 300	360	69	122	62
CO 500	530	87	117	77
CO 800	800	92	156	82
CO 1.000	940	90	162	85
CO - A 1.000	1.090	110	138	103
CO - B 1.000	1.030	95	177	86
CO 1.500	1.620	120	173	112
CO 2.000	2.120	132	187	122
CO 3.000	3.200	155	200	146
CO 5.000	4.700	166	227	173



Figura 16. Dati tecnici del serbatoio di stoccaggio liquido (da www.ecopol-srl.it)

I contenitori ECOPOL sono prodotti con materie prime certificate per uso alimentare. I contenitori vanno installati su base piana e solida. La garanzia copre difetti di costruzione e/o di corrosione passante.

3.1.4 Unità di lavorazione del pomodoro

L'unità di lavorazione del pomodoro prevede il passaggio di pomodoro fresco, opportunamente sezionato in pezzi di piccola dimensione, attraverso una passatrice per pomodoro. Di seguito si riporta una illustrazione della macchina (detta anche spremi pomodoro) della Reber S.n.c., modello N3 EL 9008 N.



Figura 17. Vista della passatrice per pomodoro

Di seguito si riportano le componenti del macchinario:

- 1) Motore elettrico;
- 2) Flangia riduttore;
- 3) Ingranaggio piccolo;
- 4) Ingranaggio doppio;
- 5) Ingranaggio con mozzo;
- 5a) Tappo riduttore;
- 6) Coperchio riduttore
- 7) Pestello;
- 8) Imbuto;
- 8a) Guarnizione imbuto;
- 9) Corpo in ghisa;
- 10) Elica;
- 11) Cono filtro;
- 12) Sgocciolatoio;
- 13) Perno di traino con molla;
- 14) Paraolio coperchio riduttore;
- 14a) Paraolio interno riduttore;
- 15) Basamento;
- 16) Paraspruzzi.

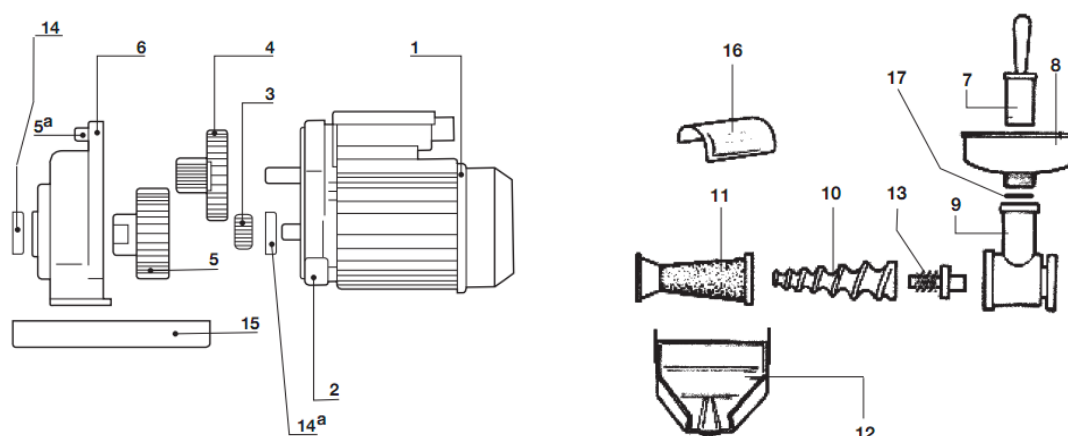


Figura 18. Componenti della passatrice per pomodoro

3.1.5 Unità di essiccazione: l'armadio essiccatore

L'armadio essiccatore è prodotto dalla ditta Metalgei S.r.l. di Villavara di Bomporto (MO). Assieme all'armadio sono correlati 20 vassoi e un riscaldatore portatile (stufa) per velocizzare l'operazione di disidratazione.

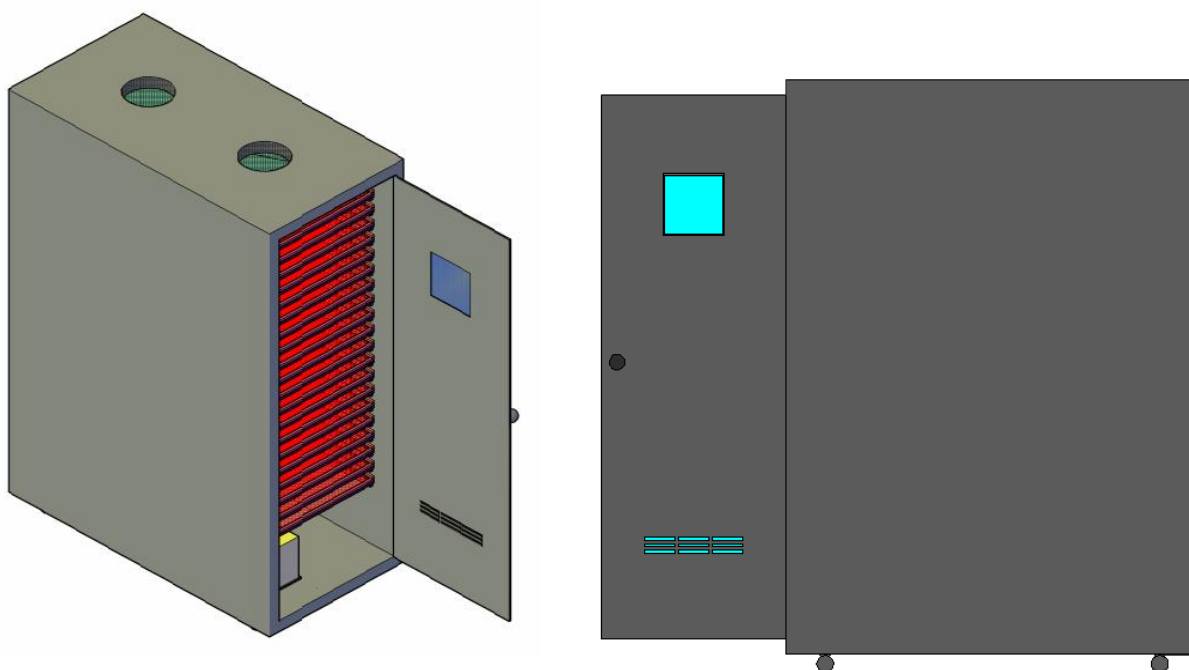


Figura 19. Viste dell'armadio essiccatore in dotazione

La stufa è prodotta dalla Munters, il modello in dotazione è il LOR 2 FE. Per maggiori informazioni consultare il manuale d'uso e manutenzione specifico della stufa di seguito allegato.

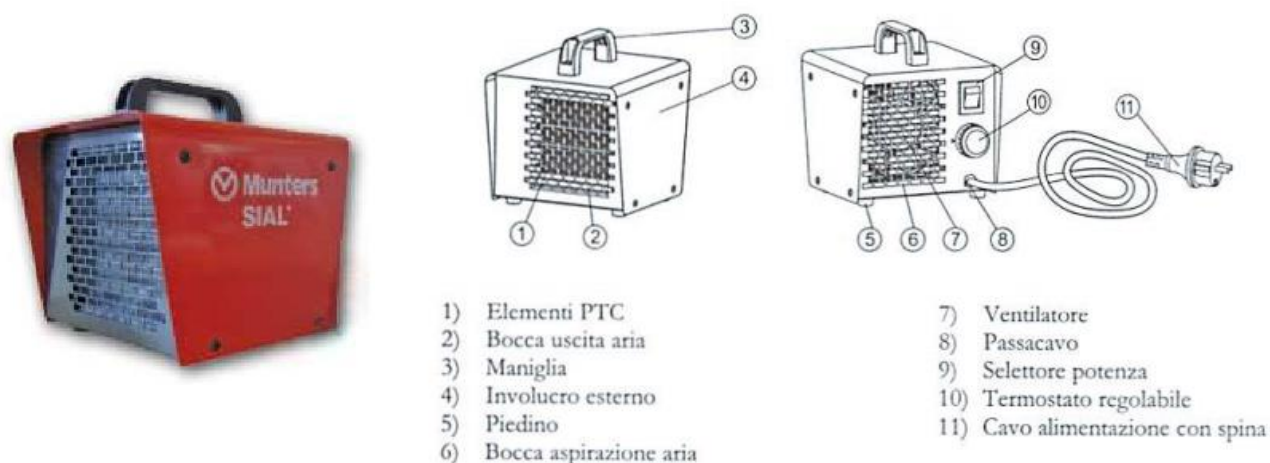


Figura 20. Vista del riscaldatore portatile e descrizione delle varie componenti

3.1.6 Unità di estrazione: l'estrattore Naviglio

L'estrattore è il modello Naviglio EXNA0005 realizzato da Atlas Filtri Engineering S.r.l. di Limena (PD). Il macchinario ha un volume di camera d'estrazione di circa 5 litri con la possibilità di ridurre il volume con l'installazione di un opportuno riduttore (volume d'operazione: 2l). Di seguito si riportano alcune illustrazioni del macchinario. Per maggiori informazioni consultare il manuale d'uso e manutenzione specifico dell'estrattore Naviglio di seguito allegato.



Figura 21. Viste dell'estrattore Naviglio in dotazione

3.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

L'impianto è stato progettato e disegnato per:

- la produzione di biomasse fotosintetiche (microalghe unicellulari) e il loro successivo trattamento tramite operazioni di filtrazione, essiccazione ed estrazione di sostanze quali la clorofilla ed, eventualmente, le ficocianine;
- la lavorazione degli scarti di pomodoro derivanti dalle industrie agroalimentare per l'estrazione del licopene.

La produzione di biomasse fotosintetiche consiste nella coltivazione di microrganismi unicellulari fotosintetici in condizioni controllate di insufflamento aria, nutrienti, temperatura, pH e illuminazione, partendo da inoculi precedentemente selezionati e sufficientemente concentrati.

La raccolta delle biomasse microalgali è svolta tramite una filtrazione di tipo meccanico attraverso una rete filtrante sottoposta a vibrazioni (il macchinario utilizzato viene detto vibrovaglio).

Successivamente la fase di essiccazione permette di disidratare la biomassa in modo tale da ridurre il contenuto d'acqua. In questo modo è possibile sottoporre l'alga secca al trattamento di estrazione aumentando in modo considerevole il rendimento del processo estrattivo.

È possibile promuovere la crescita di microrganismi fotosintetici fornendo quantità opportune di nutrienti, luce artificiale o naturale e controllando accuratamente il grado e la tipologia dell'illuminazione, il pH e la temperatura del mezzo di cultura.

Poiché la crescita della biomassa "colora" notevolmente il mezzo di coltura impedendo la penetrazione della luce per profondità maggiori di 8 – 10 cm, si utilizzano fotobioreattori cilindrici dotati di dispositivi illuminanti posti in appositi

tubi cilindrici, caratterizzato da un alto rapporto superficie/volume. Il rimescolamento della coltura è garantito da un continuo insufflamento di aria ottimizzato grazie ad un apposito diffusore ad anello posto sul fondo di ogni fotobioreattore. Il diffusore dell'aria è estraibile in modo da agevolare le operazioni di sanificazione del fotobioreattore.

3.3 DATI TECNICI DELL'IMPIANTO

3.3.1 FOTOBIOREATTORI

Materiale	Plexiglass
Materiale struttura	Ferro verniciato
Volume di coltura	240 litri
Alimentazione elettrica	220 V

3.3.2 SERBATOIO

Modello	CO 1000
Materiale	Polietilene
Volume	940 litri
Lunghezza	162 cm
Diametro	85 cm

2.3.3 VIBROVAGLIO

Modello	GRC 600/1S
Potenza motovibratore elettrico	0,42 kW
N giri moto vibratore elettrico	3000 RPM
Diametro setaccio	600 mm
Dimensioni vaschetta di raccolta in acciaio inox	700 x 400 mm
Potenza pompa	0.75 kW
N giri pompa	1450 RPM

3.3.4 PASSATRICE PER POMODORO

Modello	N3 EL 9008 N
Dimensioni	50x23x32(h) cm
Produzione	70-140 kg/h
Potenza	400 W

Peso	8 kg
------	------

3.3.5 ESSICCATORE

Dimensioni:	700 x 1350 x h 1870 mm
N vassoi:	20
Potenza stufa:	1000/2000 W

3.3.6 ESTRATTORE

Dimensioni:	800 x 650 x h 1450 mm
Materiale:	Acciaio inox 304
Capacità della camera di estrazione:	5 litri
Pressione di lavoro del circuito estrattivo:	0 – 8,5 bar
Peso complessivo a vuoto:	110 kg

3.4 DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO

L'impianto di fotobioreattori è progettato e realizzato per la produzione di biomasse fotosintetiche e per la successiva fase di raccolta. L'unità di produzione dell'impianto di fotobioreattori è costituita da quattro fotobioreattori e da tutti i dispositivi necessari per un completo controllo dei parametri di crescita. Il fotobioreattore è costituito da un cilindro in plexiglass contenente l'acqua per la coltivazione delle microalghe e sei tubi di diametro 6 cm per l'alloggiamento dei dispositivi illuminanti, disposti circolarmente all'interno del fotobioreattore, più un tubo centrale per il passaggio delle utenze.

Le fasi di raccolta/filtrazione e di ricarica dell'impianto di fotobioreattori sono costituite da un vibrovaglio e da un serbatoio di stoccaggio dei sali nutrienti/liquido chiarificato. Le varie unità di produzione, raccolta e stoccaggio della biomassa algale sono collegate tramite una rete di tubazioni IPN di DI 20. L'impianto è attrezzato

con le unità di lavorazione del pomodoro, di essiccazione e di estrazione finale di licopene dagli scarti di pomodoro e di clorofilla ed, eventualmente, di ficocianina dalle microalghe. Tali unità non risultano collegate direttamente tra loro da una rete di tubazione: il trasporto del prodotto (biomassa microalgale e scarti di pomodoro) tra queste unità deve essere quindi effettuato tramite il lavoro manuale degli operatori dell'impianto.

3.4.1 Caratteristiche tecniche delle unità

Nello specifico l'impianto è composto da questi componenti:

Struttura portante: Si tratta di una struttura lunga 2,5 m e larga 0,6 m in ferro dotata di quattro piedi d'appoggio che alzano i quattro fotobioreattori ad una altezza di 0,56 m.

La struttura serve da supporto per i quattro fotobioreattori e per tutti i relativi servizi per il suo funzionamento. Infatti, essa ospita: i cablaggi elettrici, il quadro elettrico, l'aeratore e le pompe idrauliche.

Fotobioreattori: Ognuno dei quattro fotobioreattori in dotazione presenta le seguenti dimensioni di ingombro del fotobioreattore 1570 mm H (altezza) x 500 mm D.E. (diametro esterno). Le sei colonne interne hanno dimensioni 1660 mm H (altezza) x 60 mm D.E. e servono per contenere le lampade per illuminare la coltura. La colonna centrale ha dimensioni 1660 mm H x 100 mm D.E. ed è utilizzata per il passaggio delle utenze. Tutte le colonne sono realizzate in plexiglass colato. Il fotobioreattore può contenere un volume pari a circa 240 litri.

Linea di distribuzione aria:

- 2 aeratori per acquari (ogni aeratore ha portata pari a 30 l/min e serve due fotobioreattori);
- sistema di distribuzione e di insufflazione dell'aria nei fotobioreattori in tubo Rilsan.
- rubinetto per il controllo della portata dell'aria nel fotobioreattore.

Sistema di illuminazione e quadro elettrico:

- linea di illuminazione predisposta per l'impiego di dispositivi illuminanti con potenza di 58 W. I quattro fotobioreattori sono allestiti con 6 lampade ciascuno. L'impianto è dotato di un unico quadro elettrico per l'accensione dei fotobioreattori e per il controllo manuale dell'illuminazione del fotobioreattore.

Sistema di controllo della temperatura

Alle pareti dei fotobioreattori sono attaccati termometri d'acquario che permettono di indicare il valore della temperatura del liquido all'interno del reattore.

Linea di carico/scarico acqua:

- 1 pompa idraulica autoadescante per il trasporto della biomassa dai fotobioreattori a vibrovaglio;
- 1 pompa per il trasporto del liquido chiarificato dal vibrovaglio al serbatoio di stoccaggio;
- Serbatoio di stoccaggio da 1000 litri;
- 1 pompa per il trasporto del liquido stoccato nel serbatoio ai fotobioreattori;
- Tubazione IPN di DI 20

Linea di filtrazione:

La linea è attrezzata con un vibrovaglio da 600 mm di diametro (Vedi *Manuale di gestione e manutenzione del vibrovaglio*). Il vibrovaglio è dotato di due differenti reti setaccianti:

- Da 7 micron, per la filtrazione dei cristalli di licopene derivanti dalla fase di estrazione con gli scarti del pomodoro;
- Da 50 micron, per la filtrazione della biomassa algale.

Linea di lavorazione del pomodoro

La linea di lavorazione del pomodoro è costituita da una passatrice per pomodoro di potenza 400 W che permette di lavorare una quantità di 70-140 kg di pomodoro all'ora.

Linea di essiccazione:

La linea è attrezzata con un armadio essiccatore per l'essiccazione della biomassa algale e degli scarti di pomodoro. L'armadio essiccatore è fornito di 20 vassoi sui quali va distribuito il prodotto da essiccare (biomassa microalgale o scarti di pomodoro).

Linea di estrazione:

La linea di estrazione è costituita da un estrattore Naviglio per l'estrazione del licopene dagli scarti di pomodoro. Il macchinario è fornito di una camera di estrazione di capacità 5 litri con la possibilità di ridurre il volume, tramite apposito riduttore in plastica, a 2 litri.

4 INSTALLAZIONE

4.1 INFORMAZIONI GENERALI

L'impianto di produzione verrà installato e collaudato dal personale di Microlife S.r.l., con l'eventuale aiuto di personale tecnico del cliente.



Il locale di installazione deve essere adatto alla produzione di biomasse fotosintetiche, deve essere a norma di legge e devono essere presenti i servizi richiesti per il corretto funzionamento.



Nel sito d'installazione deve essere presente una presa diretta all'acqua di rete per garantire il riempimento dei fotobioreattori e le operazioni di pulizia dei vari macchinari utilizzati durante l'intero processo di coltivazione, raccolta e lavorazione della biomassa algale.



L'installazione dell'impianto e i relativi collegamenti elettrici ed idraulici devono essere eseguiti solamente da personale qualificato.



Per motivi di sicurezza non modificare o alterare in alcun modo l'impianto.

La ditta costruttrice non potrà essere ritenuta responsabile di eventuali danni a persone e cose che dovessero derivare da:



- **Modifiche o interventi non esplicitamente autorizzati;**
- **Scorretta installazione o installazione eseguita da personale non qualificato.**

4.2 IMBALLO E TRASPORTO

Le operazioni di imballo, carico, trasporto e installazione devono essere condotte in presenza di tecnici di Microlife S.r.l. o da personale tecnico specializzato autorizzato da Microlife S.r.l. sotto la supervisione di tecnici della società.



Per il trasporto, le varie componenti dell'impianto (i fotobioreattori in plexiglass, la struttura di appoggio, il vibrovagli, etc.) devono essere imballati con fogli di plastica a bolle e separatori in gomma posti su un pallet, in grado di attutire eventuali movimenti bruschi.

4.3 POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Il posizionamento dell'impianto deve essere effettuato da personale qualificato.



Rimuovere e smaltire tutte le parti dell'imballaggio prima di far funzionare l'impianto.

Per un corretto posizionamento tenere in considerazione gli ingombri delle varie componenti dell'impianto indicati nelle schede dei dati tecnici e nei manuali allegati alla fine del presente manuale.

La struttura portante che sostiene i quattro fotobioreattori deve essere fissata al terreno (pavimento in cemento industriale).

Vista la rete di tubazioni idrauliche si consiglia di fissare quest'ultime al terreno che viti e fascette in modo tale da evitare possibili rischi di inciampo da parte del personale. Per quanto riguarda i cavi di alimentazione elettrica essi vanno, dove possibile, protetti dal calpestio degli operatori dell'impianto.

L'impianto deve essere posizionato su una superficie perfettamente piana.



ATTENZIONE!: Prestare attenzione che i cavi di alimentazione e le varie tubazioni idrauliche non risultino di intralcio alla lavorazione o che possano essere fonte di inciampo per gli operatori.

4.4 MOVIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO

La movimentazione delle componenti dell'impianto deve essere effettuata da personale qualificato.



Prima di spostare qualsiasi parte /componente/macchinario dell'impianto, accertarsi che non ci sia erogazione di corrente o di fluido nelle tubazioni.

4.5 SPAZIO RICHIESTO PER L'USO E LA MANUTENZIONE

Attorno all'installazione deve esservi spazio sufficiente per permettere:

- Facilità di movimento del personale per le operazioni di filtrazione, ricarica, essiccazione ed estrazione;
- Facilità di accesso alle unità di controllo e di regolazione;
- Manutenzione ordinaria e operazioni di pulizia;
- Manutenzione straordinaria.

Assicurarsi che:

- La pavimentazione del locale dove verrà installato l'impianto di fotobioreattori possa sopportarne il peso e sia perfettamente piana;
- Le installazioni elettriche e i servizi siano in grado di garantire un corretto collegamento all'impianto e alle apparecchiature previste.

4.6 ALLACCIAMENTI ELETTRICI



Prima di allacciare la corrente elettrica, accertarsi che la tensione di rete indicata sul quadro elettrico (220 V trifase + neutro + terra) corrisponda alla tensione di rete presente sul luogo di installazione.



Prima di connettere le apparecchiature elettriche verificare che tutti gli interruttori siano in posizione OFF.



Si declina ogni responsabilità relativa a danni riguardanti cose o persone e causati da un non corretto allacciamento delle apparecchiature elettriche o da manomissioni compiute senza autorizzazione o da personale non autorizzato.

4.7 INSTALLAZIONE DELLE UNITÀ

4.7.1 Installazione unità di produzione

L'unità di produzione è costituita da quattro fotobioreattori, dalla struttura portante, dal sistema di illuminazione, dalla linea di carico/scarico dei liquidi e dalla linea di distribuzione aria.



L'impianto di fotobioreattori viene fornito con i quattro fotobioreattori sanificati. Al personale incaricato è assegnato il compito di assemblaggio delle varie componenti (es. fissaggio dei fotobioreattori alla struttura metallica, etc.)



Posizionare l'impianto di fotobioreattori nel luogo adibito alla produzione.



Il locale di installazione deve essere adatto alla produzione di biomasse fotosintetiche, deve rispettare le leggi e le normative vigenti, e devono essere presenti i servizi richiesti per il corretto funzionamento delle apparecchiature allestite.

Oltre ad essere comodamente raggiunta da approvvigionamento idrico, elettrico ed a essere dotata di agevole possibilità di scarico, l'unità di produzione microalgale deve essere orientata in modo tale da sfruttare a pieno la disponibilità di illuminazione naturale (luce solare). Nelle successive illustrazioni si riportano alcuni consigli pratici per la corretta ubicazione dell'unità.

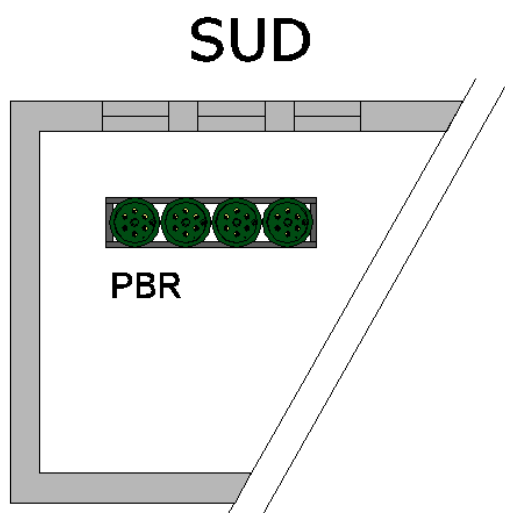


Figura 22. Disposizione della batteria di PBR in modo tale da sfruttare a pieno l'illuminazione naturale proveniente dalle apposite aperture (in questo caso finestre) poste sul lato sud del capannone. Con la seguente disposizione viene limitato il rischio di shading (ombreggiamento) che i PBR possono causare tra di loro.

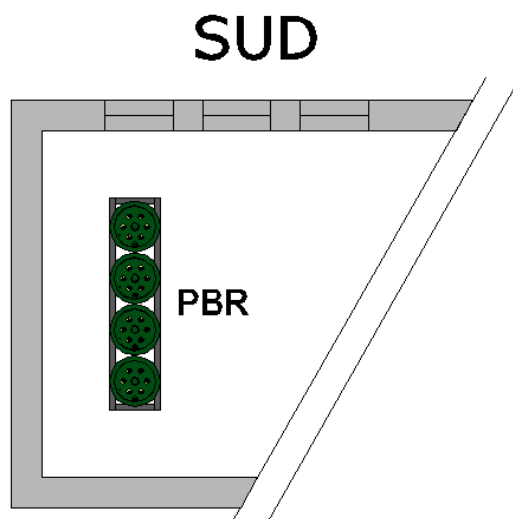


Figura 23. Disposizione della batteria di PBR in modo non ottimale per sfruttare l'illuminazione naturale.

Infatti tale disposizione causa il fenomeno dello shading (ombreggiamento) da parte dei PBR più vicini alla fonte di luce nei confronti di quelli più lontani.

4.7.2 Installazione unità di filtrazione

L'unità di filtrazione è costituita dal vibrovaglio e dalla rete di tubazioni e pompe che permette il prelievo della biomassa algale dall'unità di produzione. L'operazione di filtrazione permette di separare la biomassa in due flussi: un flusso di biomassa concentrato e un flusso di liquido chiarificato. Quest'ultimo viene inserito, dopo un passaggio all'interno di un serbatoio di stoccaggio, all'interno dei fotobioreattori.

L'installazione del vibrovaglio risulta agevole poiché il macchinario è dotato di carrello con ruote. Una volta stabilito il luogo più idoneo, mettere il fermo alle ruote del carrello in modo tale da bloccarne lo spostamento.

Si procede quindi con:

- il montaggio della rete filtrante fissandola con le chiusure clamp;
- il montaggio del deflettore in prossimità della bocca d'uscita della biomassa;

- la verifica del corretto senso di rotazione dei motori;
- l'installazione delle tubazioni necessarie per il trasporto del liquido da e al vibrovaglio.



Per nessun motivo avviare la macchina se non completamente montata con tutti i suoi componenti per non creare scuotimenti molto violenti e dannosi sia per la macchina che per l'incolumità degli operatori nelle vicinanze.



Se sussistono dei problemi nella fase di accensione del vibrovaglio e di filtrazione, consultare il *Manuale di gestione e manutenzione del vibrovaglio* allegato al seguente documento.

4.7.3. Installazione dell'unità di stoccaggio

L'unità di stoccaggio prevede una breve operazione di installazione durante la quale si procede con:

- l'individuazione di un luogo opportunamente prossimo alle altre unità dell'impianto;
- l'installazione delle tubazioni necessarie per il trasporto del liquido da e al serbatoio.



Accertarsi che il serbatoio sia riposto su una superficie piana, evitando la possibilità dell'instaurarsi di fenomeni di instabilità o ribaltamento del contenitore.

4.7.4 Installazione dell'unità di lavorazione del pomodoro

L'unità di lavorazione del pomodoro è facilmente allestibile e smontabile essendo costituita da una passatrice per pomodoro. Tale strumentazione viene allestita secondo le modalità descritte nel "Manuale d'uso e manutenzione della passatrice per pomodoro" in allegato al seguente documento. Una volta montata, la macchina può essere comodamente posizionata su un tavolo di lavoro in modo tale da facilitare l'operazione di lavorazione del pomodoro.

4.7.5 Installazione dell'unità di essiccazione

L'unità di essiccazione deve essere posizionata su una superficie piana. La dotazione di ruote permette uno spostamento agevole dell'armadio essiccatore. Qualora fosse necessaria l'accensione della stufa, posizionare l'unità nelle vicinanze di una presa di corrente.

4.7.6 Installazione dell'unità di estrazione

L'unità di estrazione è dotata di ruote che permettono uno spostamento agevole dell'estrattore. La macchina deve essere posizionata in un luogo con i seguenti requisiti:

- protezione dagli schizzi, dall'umidità e dalla luce diretta del sole;
- piano regolare, "in bolla" e resistente, tale da non causare alcun danno alla macchina;
- spazio libero su almeno 3 lati della macchina;
- temperatura ambiente compresa tra 5 e 45 °C;
- umidità relativa ambiente compresa tra 20% e 80%;
- spazio con adeguata ventilazione.

Occorre quindi eseguire le seguenti operazioni:

- una volta individuato il luogo idoneo, posizionare la macchina e bloccare i freni delle ruote;
- collegare la spina elettrica montata all'estremità del filo ad una presa di alimentazione rispondente alle normative vigenti;
- collegare il tubo d'alimentazione dell'aria compressa, con relativo raccordo, all'innesto rapido fornito in dotazione. Collegare l'innesto al corrispettivo sul fianco della macchina;
- collegare il tubo d'alimentazione dell'azoto, con relativo raccordo, all'innesto rapido fornito in dotazione. Collegare l'innesto al corrispettivo sul fianco della macchina;
- fissare in modo sicuro un'estremità del tubo di alimentazione (fornito in dotazione) al raccordo rapido in alimentazione alla pompa pneumatica. Fissare l'altra estremità ad un serbatoio con un volume minimo a vuoto pari a 10 litri;
- fissare in modo sicuro un'estremità del tubo di scarico (fornito in dotazione) al raccordo all'uscita del circuito. Fissare l'altra estremità ad un serbatoio con un volume minimo a vuoto pari a 10 litri.



Per ulteriori informazioni riguardo alle operazioni di installazione, gestione e manutenzione dell'estrattore Naviglio, consultare il *Manuale di gestione e manutenzione dell'estrattore*, allegato al seguente documento.

4.7.7 Esempio di configurazione dell'impianto

A titolo informativo si riporta un esempio della configurazione che può assumere, in linea di massima, l'impianto.

La disposizione è stata impostata in base alle seguenti priorità:

- Disporre l'unità di produzione della biomassa microalgale in modo tale che possa ricevere la maggior luce naturale possibile. In particolar modo, se possibile, i PBR devono essere allineati in prossimità di ingressi di luce (finestre, vetrate, etc.) in modo tale da non oscurarsi a vicenda;
- Garantire un passaggio di almeno 80 cm tutt'attorno all'unità di produzione che risulta essere l'unità sulla quale bisogna intervenire più frequentemente sia per le operazioni di manutenzione che per la gestione (es. raccolta valori di determinati parametri);
- L'unità di stoccaggio deve, se possibile, essere disposta il più vicino possibile all'unità di produzione per evitare collegamenti idraulici eccessivamente lunghi;
- L'unità di filtrazione deve essere collocata anch'essa in prossimità dell'unità di produzione. Tale unità, pur essendo dotata di ruote per la movimentazione, è tenuta il più possibile fissa;
- L'unità di estrazione è collocata in modo tale da essere comodamente ispezionabile;
- L'unità di lavorazione del pomodoro e di essiccazione sono poste ai margini dell'area a disposizione dell'impianto. Questa scelta facilita infatti le operazioni di spostamento dell'armadio essiccatore all'esterno del capannone in cui è ubicato l'impianto e le operazioni di conferimento di pomodoro fresco all'unità di lavorazione.

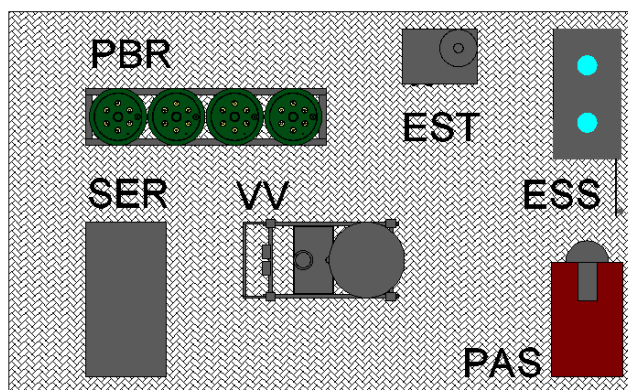


Figura 24. Ipotesi di disposizione dei vari macchinari dell'impianto

4.8 SMALTIMENTO

Lo smaltimento non necessita di particolari accorgimenti in quanto l'impianto non è costruito con materiali nocivi.

Occorre comunque separare i vari componenti per gruppi omogenei come:



- acciaio
- plexiglass
- polietilene
- rame
- plastica
- umido

Tali componenti andranno poi smaltiti secondo le vigenti leggi in vigore.

4.8.1 Materiale di imballaggio

Gli elementi costituenti l'imballaggio (fogli di plastica mille bolle, pellicola trasparente e nastro adesivo) devono essere smaltiti, nel rispetto delle leggi e delle norme vigenti, a seconda della loro tipologia, conferendoli negli appositi contenitori sistemati presso le discariche comunali o incaricando ditte specializzate.

4.8.2 Componenti dell'impianto

Le varie componenti dell'impianto devono essere smaltite secondo la natura del materiale con cui sono costruite. Infatti, essi non devono essere considerati come normali rifiuti domestici, ma devono essere portati in un punto di raccolta

appropriato per il riciclaggio di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Per lo smaltimento delle pompe e dell'aeratore si faccia riferimento alle indicazioni contenute nel rispettivo manuale d'uso.

Provvedendo a smaltire questo impianto in modo appropriato, si contribuisce a evitare potenziali conseguenze negative per l'ambiente e per la salute, che potrebbero derivare da uno smaltimento inadeguato del prodotto. Per informazioni più dettagliate sul riciclaggio di questo prodotto, contattare l'ufficio comunale, il servizio locale di smaltimento rifiuti o la ditta costruttrice.

4.8.3 Scarto della lavorazione dell'impianto

Come descritto nei capitoli introduttivi del seguente manuale, l'impianto lavora il pomodoro e la microalga Spirulina per la produzione di estratti di licopene, clorofilla ed eventualmente altre sostanze come la ficocianina.

La lavorazione di materiale biologico/organico quali appunto la microalga e il pomodoro comporta necessariamente la produzione di scarti di lavorazione di tali sostanze. In particolare le operazioni di pulizia sono programmate in modo tale da rimuovere eventuali depositi e incrostazioni di microalga (dai fotobioreattori, dal vibrovaglio, dai vassoi dell'essiccatore, dall'estrattore finale) e di pomodoro (dalla passatrice per pomodoro, dai vassoi dell'essiccatore, dall'estrattore finale). Ove il quantitativo di materiale biologico risultasse limitato, esso può essere tranquillamente dilavato ed eliminato tramite l'apposito scarico dei reflui (vedi schema P&I). Qualora le incrostazioni risultassero abbondanti il materiale di scarto deve essere avviato allo smaltimento depositandolo nell'apposito contenitore della raccolta dell'umido.

5 USO PREVISTO

5.1 CONDIZIONI AMBIENTALI

L'impianto deve essere utilizzato in un ambiente di adeguate dimensioni che non lo esponga alle intemperie. L'unità di produzione, in particolare, deve essere posta in un ambiente condizionato d'estate e riscaldato d'inverno con un range di temperatura compreso tra i +18°C e i +24°C.



Per favorire la produzione di biomassa algale si consiglia la disposizione dell'unità di produzione in un luogo con possibilità di illuminazione naturale.



Le varie unità devono essere collocate il più possibile vicine in modo tale da limitare gli spostamenti del prodotto durante le varie operazioni (in particolare si faccia attenzione alle distanze di trasporto lungo le linee di processo discontinuo (vedi Figura 12). Ciò nonostante si deve garantire l'idonea distanza tra le varie apparecchiature in modo tale da consentire un comodo passaggio degli operatori e per garantire le varie operazioni di controllo, gestione e manutenzione.

5.2 POSTO DI LAVORO

Gli operatori prima di operare sull'impianto devono aver letto e compreso le istruzioni contenute nel presente manuale, prestando particolare attenzione alle norme di sicurezza.

5.3 PRECAUZIONI PER LA SICUREZZA DEGLI OPERATORI



Tutti gli operatori non devono essere sotto l'influenza di sedativi,

droghe o alcool durante lo svolgimento delle loro mansioni.



Prima di iniziare il lavoro, gli operatori devono essere perfettamente a conoscenza della posizione e del corretto funzionamento dell'impianto riportato sul presente manuale d'istruzioni per l'uso.



Prestare sempre attenzione ad eventuali cartelli di pericolo affissi all'impianto.



Tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria devono essere eseguite esclusivamente da operatori specializzati e competenti in materia.



Qualsiasi operazione di pulizia deve essere effettuata con l'alimentazione elettrica scollegata.



Gli operatori che effettuano operazioni di pulizia con prodotti chimici devono operare con le dovute protezioni (guanti, occhiali di protezione, mascherina) se esplicitamente prescritto.

5.3 SEGNALI

Sui vari macchinari dell'impianto e sugli ambienti che ospitano l'impianto, ove necessario, sono apposti degli adesivi/cartelli ai sensi del D. Lgs. 81/08 sulla sicurezza sul lavoro e della norma UNI EN ISO 7010:2012 (entrata in vigore il 18 ottobre 2012 che prescrive i nuovi segnali di sicurezza) atti a definire obblighi, divieti, avvertenze alle quali gli operatori dell'impianto devono attenersi.

È obbligatorio prenderne visione prima di qualsiasi utilizzo.

Di seguito si riportano gli adesivi/cartelli presenti sui vari macchinari dell'impianto.



È vietato alterare / asportare / occultare le targhette adesive.

5.3.1 Segnali di obbligo

Tabella 9. Segnali di obbligo

	E' obbligatorio indossare le protezioni degli occhi
	E' obbligatorio indossare i guanti protettivi
	E' obbligatorio indossare le protezioni dell'udito
	E' obbligatorio indossare gli indumenti protettivi
	E' obbligatorio indossare le calzature di sicurezza
	E' obbligatorio leggere le istruzioni


5.3.2 Segnali di divieto

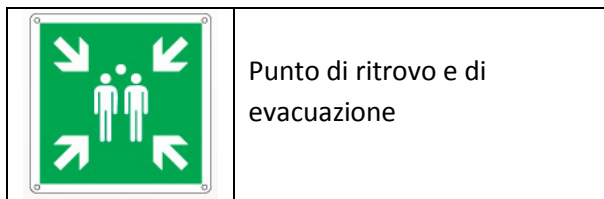
Tabella 10. Segnali di divieto

	Vietato fumare
	Vietato mangiare e bere
	Vietato ostruire il passaggio
	Vietato introdurre le mani
	Vietato appoggiare carichi pesanti
	Vietato spingere

5.3.3 Segnali di salvataggio

Tabella 11. Segnali di salvataggio

	Primo soccorso
--	----------------



5.3.4 Segnali di pericolo

Tabella 12. Segnali di pericolo

	Pericolo elettricità
	Pericolo carrelli elevatori ed altri veicoli industriali
	Pericolo/attenzione pavimento scivoloso
	Pericolo ostacolo in basso
	Pericolo superficie calda



5.3.5 Indicazioni di sicurezza relative ai prodotti chimici utilizzati nel processo.

I simboli di rischio chimico, o pittogrammi di pericolo, sono simboli che vengono stampati sulle etichette dei prodotti chimici e che servono a informare immediatamente riguardo ai tipi di pericoli connessi all'uso, alla manipolazione, al trasporto e alla conservazione degli stessi. I


pittogrammi qui riportati sono concordi al Regolamento CE 1272/2008.

- **Ipoclorito di sodio (candeggina).** Tale prodotto chimico viene utilizzato nella fase di disinfezione dell'unità di produzione della biomassa microalgale per sanificare i fotobioreattori. Di seguito le indicazioni di sicurezza relative a tale prodotto.

Tabella 13. Indicazioni di sicurezza relative all'ipoclorito di sodio (candeggina)

Frase H 314 – 400 Consigli P 260 - 301+330+331 - 303+361+353 - 305+351+338 - 405 - 501	
	Classificazione: questi prodotti chimici causano la distruzione di tessuti viventi e/o materiali inerti. Precauzioni: non inalare ed evitare il contatto con la pelle, gli occhi e gli abiti.
	Classificazione: il contatto dell'ambiente con queste sostanze o preparazioni può provocare danni all'ecosistema a corto o a lungo periodo. Precauzioni: le sostanze non devono essere disperse nell'ambiente.

- **Alcool etilico.** Tale prodotto chimico viene utilizzato per la pulizia esterna dell'unità di produzione per l'eliminazione di incrostazioni e aloni. Di seguito le indicazioni di sicurezza relative a tale prodotto.

Frasi H 225 Consigli P 210	
	<p>Classificazione: Sostanze o preparazioni:</p> <ul style="list-style-type: none">– che possono surriscaldarsi e successivamente infiammarsi al contatto con l'aria a una temperatura normale senza impiego di energia– solidi che possono infiammarsi facilmente per una breve azione di una fonte di fiamma e che continuano ad ardere– liquidi che possiedono un punto di combustione compreso tra i 21 e i 55 °C.– gas infiammabili al contatto con l'aria a pressione ambiente– gas che a contatto con l'acqua o l'aria umida creano gas facilmente infiammabili in quantità pericolosa. <p>Precauzioni: evitare il contatto con materiali ignitivi (come aria e acqua)</p>

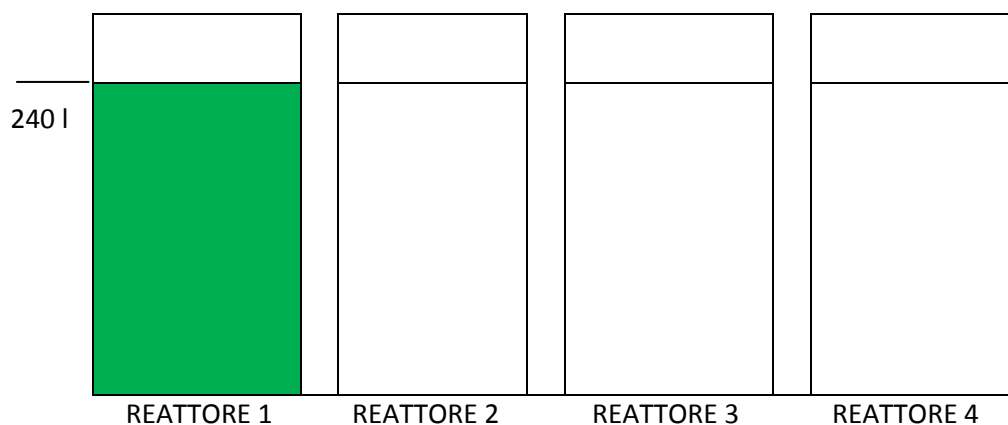
6. OPERAZIONI



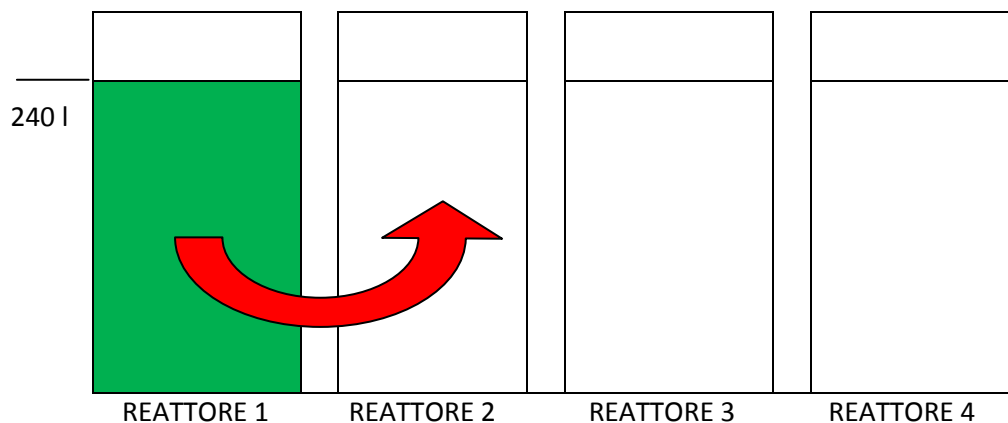
Le operazioni di seguito riportate, dove necessario, utilizzano acqua di rubinetto fornita dall'impianto (operazioni di preparazione dei sali nutrienti, di pulizia delle strumentazioni etc.). Qualora l'impianto peschi direttamente in falda non avvalendosi quindi di una rete di acquedotto, è compito del titolare dell'impianto controllare, tramite opportune analisi, la qualità dell'acqua utilizzata durante l'intero processo.

6.1 MESSA A REGIME DELL'IMPIANTO

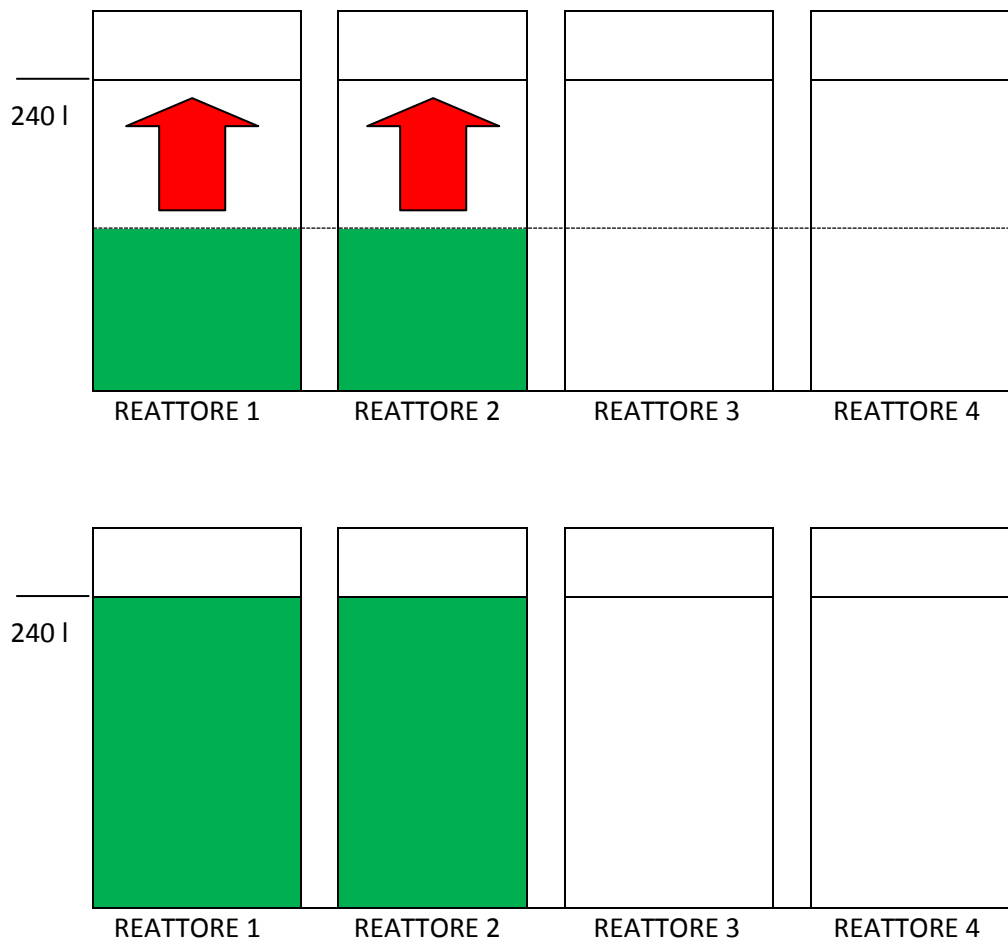
L'avviamento dell'impianto è gestito da Microlife S.r.l. che fornisce un inoculo per un primo fotobioreattore (numerato come PBR 1 nello schema del P&I). Il fotobioreattore è illuminato da 2 lampade a neon 24 h al giorno e viene insufflata aria tramite l'azione della soffiante A101 (sono aperte le valvole V101 e V111. Nel serbatoio è stoccata la miscela di sali nutrienti (lo Zarrouk) in quantità sufficiente per l'intera fase di messa a regime dell'impianto (circa 750 litri) Dopo una settimana dall'inoculo gli operatori dell'impianto sono tenuti a seguire la seguente procedura per la messa a regime dell'impianto previo avere informato il personale di Microlife S.r.l. riguardo allo stato di salute della coltura.



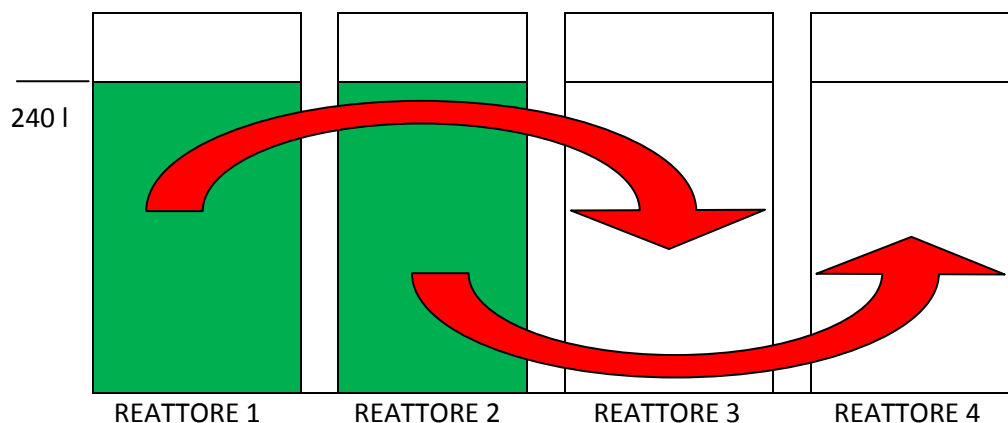
1. Eseguire lo smezamento della coltura del PBR 1 nel PBR 2. Lo smezamento viene eseguito senza l'ausilio di pompa sfruttando il principio dei vasi comunicanti. Per svolgere l'operazione si aprono la valvola V113 e la valvola V123 assicurandosi che le valvole V153 e V154 siano chiuse.



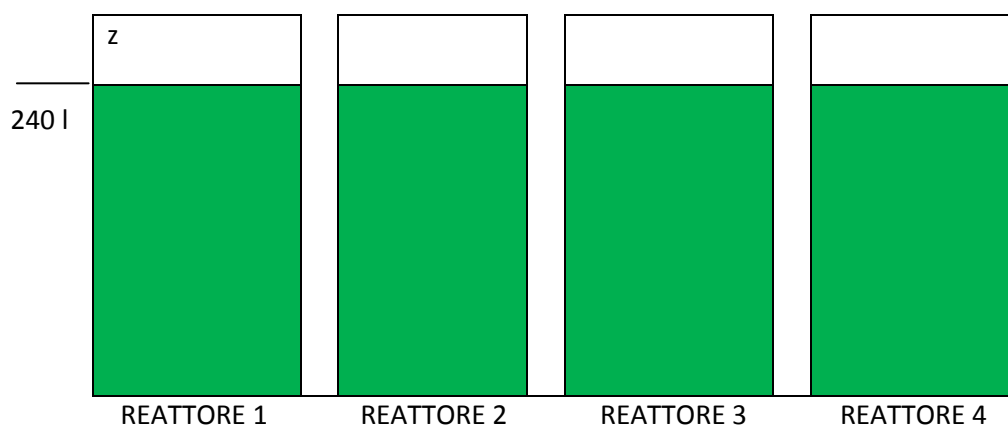
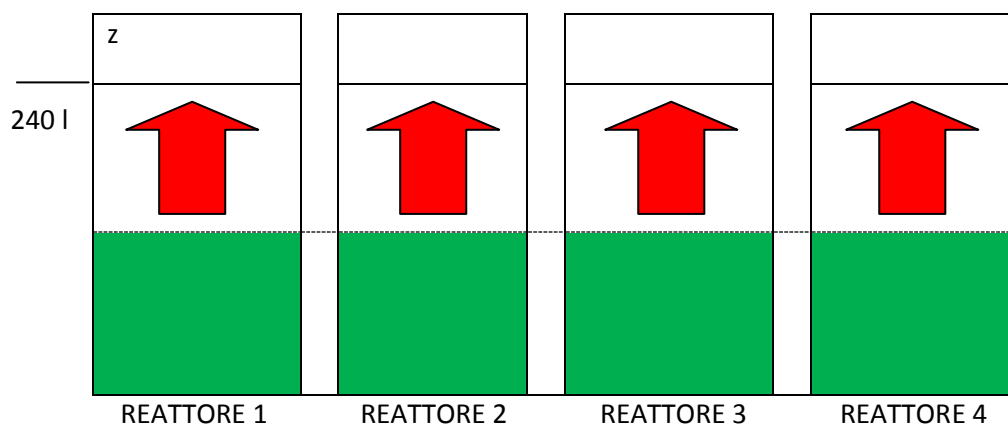
2. Si procede con l'integrazione di sali nutrienti (miscela di Zarrouk) fino a quota 240 litri. Per svolgere l'operazione aprire le valvole V1203, V1201, V150, V151, V153 e le valvole dei PBR 1 e 2 (V113 e V123). Si attiva la pompa P1201.
3. Conclusa l'operazione spegnere la pompa e chiudere le valvole precedentemente aperte.
4. Si procede con l'apertura della valvola V121 in modo che la soffiante A101 insuffli aria anche nella coltura microalgale del PBR 2; accendere due lampade a neon del PBR 2 e lasciarle accese 24 h al giorno.



5. Dopo due settimane dall'inoculo smezzare il contenuto dei PBR 1 e 2 rispettivamente nei PBR 3 e 4. Una volta verificato che le valvole V153 e la valvola V154 siano chiuse, aprire le valvole V113 e V133 e smezzare la coltura algale dal PBR 1 al PBR 2. Svolgere la stessa operazione con il PBR 3 e 4 aprendo le valvole V123 e V143. Lasciar scorrere la coltura per principio dei vasi comunicanti.
6. Si procede con l'integrazione di sali nutrienti (miscela di Zarrouk) fino a quota 240 litri. Per svolgere l'operazione aprire le valvole V1203, V1201, V150, V151, V153 e le valvole dei fotobioreattori: V113, V123, V1333 e V143. Attivare la pompa P1201.
7. Conclusa l'operazione spegnere la pompa e chiudere le valvole. Si procede con l'apertura delle valvole V102, V131 e V141 in modo che la soffiante A102 insuffli aria anche nella coltura microalgale del PBR 3 e 4.



8. Si procede all'accensione di due lampade a neon del PBR 3 e 4 lasciandole accese 24 h al giorno.



La fase di messa a regime è una procedura complessa e delicata. Si consiglia di rimanere in costante contatto con gli operatori di Microlife S.r.l. per monitorare lo stato di salute della coltura.



Verificare la corretta chiusura/apertura delle valvole durante le operazioni in modo tale da evitare perdite di biomassa algale o di sali nutrienti.

6.2 PREPARAZIONE DELLO ZARROUK

Per la messa a regime dell'impianto e per la ricarica dei PBR dopo la fase di filtrazione (per maggiori dettagli vedere il sottoparagrafo "Ricarica con Zarrouk" al § **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.**) occorre preparare la miscela dei sali nutrienti denominata Zarrouk.



Verificare la fornitura di sali nutrienti sufficienti per la preparazione di Zarrouk in modo tale da poter programmare con anticipo le attività.

Le operazioni da eseguire sono le seguenti:

1. Aprire le valvole V151, V150, V1201, V1203 e V1504 e procedere al riempimento del serbatoio fino al volume stabilito (750 litri per il procedimento di messa a regime dell'impianto, 240 litri per il procedimento di ricarica con Zarrouk).
2. Contemporaneamente alla fase di riempimento del serbatoio versare i sali nutrienti stoccati nelle apposite buste e il micronutrienti stoccati negli apposti contenitori. Ogni busta di sali nutrienti ed ogni contenitore di micronutrienti, forniti da Microlife S.r.l., consente la preparazione di 250 litri di Zarrouk. Per la preparazione dello Zarrouk per la messa a regime dell'impianto occorre versare 3 buste di sali nutrienti + 3 contenitori di micronutrienti, per la preparazione dello Zarrouk per una ricarica dei PBR occorre versare 1 busta di sali nutrienti + 1 contenitore di micronutrienti.
3. Quando si raggiunge il volume di liquido stabilito, indicato dall'apposita asticella graduata, chiudere le valvole V1504, V151, V150, V1201, V1203 e chiudere il serbatoio con l'apposito coperchio.



Si ricorda che Microlife S.r.l. fornisce i contenitori dei micronutrienti e le buste per la preparazione di Zarrouk. Quest'ultime contengono tutti i sali necessari **ECCEP** il bicarbonato di sodio che, viste le elevate quantità richieste, non viene spedito ma va reperito in loco.



Si consiglia di lasciare riposare la miscela di Zarrouk alcune ore prima di impiegarla direttamente per le operazioni di messa a regime dell'impianto o di ricarica dei PBR. Di conseguenza si suggerisce di eseguire la preparazione della miscela il giorno prima della data del suo utilizzo.

A titolo informativo si riporta l'etichetta descrittiva disposta su ogni busta di sali nutrienti utilizzati per la preparazione dello Zarrouk.

INGREDIENTS :

gr. 1302.5



Sodium hydrogen carbonate (e500),
Sodium nitrate,
Dipotassium phosphate,
Dipotassium sulphate,
Sodium chloride,
Magnesium sulphate,
Ferrous sulphate,
Disodium ethylenediaminetetraacetic acid



Non ingerire
Conservare lontano dalla portata bambini



Per ogni busta di sali nutrienti vanno aggiunti nel serbatoio 4,5 kg di bicarbonato di sodio.



Verificare la fornitura di sali nutrienti sufficienti per la preparazione di Zarrouk in modo tale da poter programmare con anticipo le attività.



Si consiglia di esaurire tutta la miscela di Zarrouk entro una settimana dalla data di preparazione. La prolungata residenza nell'unità di stoccaggio può infatti provocare la proliferazione di batteri e microorganismi che, oltre a compromettere la qualità della miscela, possono causare problemi di contaminazione alla coltura microalgale qualora lo Zarrouk "invecchiato" fosse introdotto nei fotobioreattori.

6.3 FILTRAZIONE DELLA BIOMASSA ALGALE

In fase di impianto a regime si prevede di filtrare circa 1/4 di coltura algale al giorno per ogni PBR. Di conseguenza si ottengono:

240 litri / 4 = 60 litri da filtrare per PBR

60 litri x 4 PBR = 240 litri totali da filtrare

L'operazione di filtrazione prevede l'utilizzo di un vibrovaglio quale mezzo filtrante. La coltura algale prelevata da un determinato fotobioreattore (PBR) viene vagliata nel vibrovaglio e separata in due flussi:

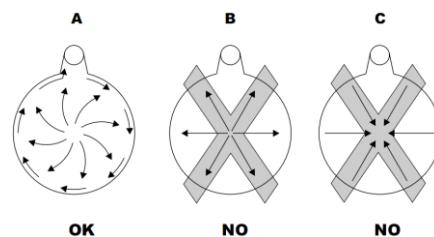
- il liquido chiarificato;
- la biomassa d'alga, che viene accumulata

all'interno di un sacchetto di taffetà per poi essere avviata alle successive fasi di lavorazione.

Il processo di filtrazione è costituito dalle seguenti fasi:

1. Preparare il vibrovaglio posizionando, qualora non fosse già stato fatto, la rete filtrante da 25 micron. Si fissi la rete con le chiusure a clamp.
2. Posizionare il sacchetto di taffetà attorno al bocchettone di uscita della biomassa algale. Si può quindi accendere il moto vibratore (vedi *Manuale di gestione e manutenzione del vibrovaglio*).
3. Aprire le valvole V1202, V150, V152 (vedi schema P&I).
4. Aprire la valvola per la filtrazione del PBR del quale si intende filtrare la coltura algale (PBR 1, V112; PBR 2, V122; PBR 3, V132; PBR 4, V142).
5. Azionare la pompa di aspirazione della coltura microalgale abbassando l'interruttore a leva della pompa P1202 (indicato con il numero 5 nello schema del quadro elettrico) e procedere con l'operazione di filtrazione.

Verificare che la biomassa si muovi lungo la rete filtrante seguendo il percorso indicato dall'immagine A. Qualora ciò non avvenisse, occorre consultare il *Manuale di gestione e manutenzione del vibrovaglio* e porre rimedio al problema.





Qualora l'azione del deflettore posto in prossimità della bocca di uscita non fosse sufficiente per convogliare la biomassa algale dentro il sacchetto di taffetà, si può migliorare l'operazione con l'ausilio di una paletta di plastica da cucina.

6. Durante la fase di filtrazione la vaschetta dello scarico del vibrovaglio si riempie progressivamente con il liquido chiarificato. A seconda del tipo di ricarica da effettuare successivamente (vedi paragrafo successivo), si procede nel seguente modo: se si effettua la **ricarica con il liquido chiarificato**, aprire la valvola V1401 ed azionare la pompa di scarico del vibrovaglio (la P1401 abbassando l'interruttore a leva indicato con il numero 6 nello schema del quadro elettrico) ogni qualvolta che la vaschetta di raccolta del liquido chiarificato risulti piena. In questo modo è possibile convogliare il liquido chiarificato al serbatoio dove verrà stoccato in attesa della successiva fase di ricarica. Se si effettua la **ricarica con lo Zarrouk** il liquido chiarificato viene direttamente eliminato tramite l'apertura della valvola V1502 e l'accensione della pompa P1401 ogni qual volta la vaschetta del vibrovaglio risulti piena di liquido chiarificato. Tale liquido viene quindi avviato al pozzetto di scarico.
7. Conclusa la filtrazione per un PBR (circa 60 litri), si procede con lo spegnimento della pompa P1202 e la chiusura della valvola indicata al punto 4.
8. Si procede con l'apertura della valvola del successivo PBR e si eseguono le stesse

operazioni indicate nei punti 5 e 6.

9. Una volta eseguita la filtrazione per tutti i PBR, spegnere la pompa P1202, chiudere le valvole indicate al punto 3 della seguente procedura e chiudere la valvola dell'ultimo PBR sul quale si è lavorato.
10. Spegner il motore del vibrovaglio e, se smaltito il chiarificato nella vaschetta, la pompa P1401. Si procede con la chiusura della valvola V1401.
11. Quando le vibrazioni del vibrovaglio sono definitivamente concluse, convogliare il residuo di biomassa algale presente sul setaccio e sui bordi verso la bocca d'uscita aiutandosi, come indicato in precedenza, con una paletta da cucina.
12. Una volta rimossa la maggior parte del residuo microalgale, rimuovere il sacchetto di taffetà che sarà avviato alla successiva fase di essiccazione. Si procede poi alla pulizia del vibrovaglio con acqua corrente in modo tale da rimuovere residui di biomassa e incrostazioni (per quanto riguarda la pulizia del vibrovaglio, si veda quanto descritto nel capitolo *Manutenzione della rete idraulica* nel *Manuale di Manutenzione*.



Le operazioni di accensione, spegnimento, gestione e manutenzione sono descritte nello specifico nel *Manuale di gestione e manutenzione del vibrovaglio* fornito dal produttore del macchinario. Tale manuale è allegato al seguente documento.

6.4 RICARICA

Come accennato, ad una fase di filtrazione, nella quale vengono filtrati 240 litri (60 litri da ogni PBR) segue una operazione di

reintegro/ricarica dei PBR. Il procedimento proposto è raffigurato tramite lo Schema 1 seguente e prevede di alternare a 5 reintegri del liquido chiarificato dopo la fase di filtrazione un reintegro di 60 litri di Zarrouk per ogni PBR.

Filtrazione 1	Filtrazione 2	Filtrazione 3
Reintegro del liquido chiarificato	Reintegro del liquido chiarificato	Reintegro del liquido chiarificato
Filtrazione 4	Filtrazione 5	Filtrazione 6
Reintegro del liquido chiarificato	Reintegro del liquido chiarificato	Reintegro con Zarrouk

Schema 1

6.4.1 Ricarica con liquido chiarificato

Il liquido chiarificato, derivante dalla fase di filtrazione, viene stoccato all'interno del serbatoio (vedi punto 6 della procedura di filtrazione). Alla fine della fase di filtrazione si procede alla fase di ricarica dei PBR in modo tale da ristabilire il livello di coltura a 240 litri.

Il processo di ricarica è costituito dalle seguenti fasi.

1. Aprire le valvole V1203, V1201, V150, V151 e V153 (vedi schema P&I).
2. Aprire la valvola del primo PBR nel quale si intende effettuare la ricarica (PBR 1, V113; PBR 2, V123; PBR 3, V133; PBR 4, V143).
3. Azionare la pompa di aspirazione del liquido stoccato nel serbatoio abbassando l'interruttore a leva della pompa P1201 (indicato con il numero 4 nello schema del quadro elettrico).
4. Procedere con la fase di ricarica finché non si raggiunge quota 240 litri.

5. Conclusa la ricarica per un PBR (60 litri), si procede con lo spegnimento della pompa P1201 e la chiusura della valvola indicata al punto 2.
6. Aprire la valvola del successivo PBR ed eseguire le stesse operazioni indicate nei punti 3 e 4.
7. Una volta eseguita la ricarica per tutti i PBR, spegnere la pompa P1202, chiudere le valvole indicate al punto 1 della seguente procedura e chiudere la valvola dell'ultimo PBR sul quale si è lavorato.



Verificare la corretta chiusura/apertura delle valvole durante le operazioni in modo tale da evitare perdite di biomassa algale o di sali nutrienti.



Qualora sorga la necessità di eliminare il liquido chiarificato prodotto dal vibrovaglio evitando di stoccarlo nel serbatoio, occorre chiudere la valvola V1401 ed aprire la valvola V1502 in modo tale da scaricare direttamente il chiarificato nel pozzetto di scarico.

Conclusa la fase di ricarica dei PBR si procede all'operazione di pulizia delle tubazioni e del serbatoio di stoccaggio. L'erogazione dell'acqua avviene tramite l'apertura della valvola V1504 (accertarsi che la valvola V1503 sia chiusa). Una volta concluse le operazioni di pulizia la valvola V1504 viene chiusa. Assicurarsi che il serbatoio sia quindi effettivamente pulito al suo interno e lasciarlo asciugare. Una volta concluse le operazioni sopra indicate il serbatoio risulta essere pronto per una nuova operazione di

ricarica (sia con liquido chiarificato che con, come riportato di seguito, con Zarrouk).

Per maggiori dettagli riguardo alla fase di pulizia delle tubazioni dell'impianto, consultare il *Manuale di manutenzione*.

6.4.2 Ricarica con Zarrouk

Come illustrato dallo Schema 1, ogni 5 reintegri/ricariche effettuate con il liquido chiarificato si effettua una ricarica con lo Zarrouk. La procedura da adottare è la seguente:

1. Il giorno prima del giorno previsto per lo svolgimento dell'operazione di filtrazione accertarsi che il serbatoio di stoccaggio sia vuoto, pulito ed asciutto.
2. Procedere con la produzione dello Zarrouk come descritto al § 6.2 PREPARAZIONE DELLO ZARROUK.
3. Il giorno successivo effettuare le operazioni di filtrazione e, in particolare, trattare il liquido chiarificato secondo le prescrizioni del punto 6 della procedura di filtrazione.
4. Procedere con la fase di ricarica dello Zarrouk eseguendo le stesse operazioni indicate nella procedura di "Ricarica con liquido chiarificato" esposte dal punto 1 al punto 7.
5. Procedere con le operazioni di pulizia delle tubazioni e del serbatoio come indicato nella parte conclusiva della procedura di "Ricarica con liquido chiarificato".

6.5 LAVORAZIONE DEL POMODORO

La produzione di licopene è prevista utilizzando come substrato di partenza gli scarti della lavorazione del pomodoro provenienti dalle limitrofe attività conserviere. Qualora non fossero disponibili gli scarti di pomodoro (prevalentemente bucce e semi) si procede con l'attivazione dell'unità di lavorazione del pomodoro durante il quale i pomodori vengono

trattati attraverso una macchina passatrice. Di seguito le operazioni da eseguire:

1. Prendere il pomodoro fresco ed eliminare eventuali gambi verdi.
2. Tagliare sommariamente il pomodoro in tre/quattro parti.
3. Accendere la macchina passatrice per pomodoro e posizionare due recipienti in modo tale da raccogliere i due flussi: gli scarti di pomodoro ed il sugo di pomodoro.



La fase di passatura del pomodoro viene velocizzata tramite l'ausilio dell'apposito pressatore di plastica che consente di premere i pezzi di pomodoro all'interno della passatrice.



Attenzione a non sovraccaricare la passatrice. Accertarsi che le dimensioni del pomodoro inserito all'interno della macchina siano adeguate.

4. Eliminare il sugo di pomodoro che non può essere utilizzato nel processo.
5. Avviare gli scarti di pomodoro verso la successiva fase di essiccazione.
6. Procedere con la pulizia del macchinario togliendo le parti che si possono smontare e rimuovendo lo sporco e le incrostazioni di pomodoro. Si consiglia di utilizzare acqua per rendere l'operazione più efficace e rapida. Gli scarti devono essere adeguatamente avviati negli appositi raccoglitori dell'umido.

6.6 ESSICCAZIONE

L'operazione di essiccazione è svolta sia per la biomassa algale che per gli scarti del pomodoro.

Per quanto riguarda l'essiccazione della biomassa algale si procede nel seguente modo:

1. Sfilare il sacchetto di taffetà dalla bocca d'uscita del vibrovaglio.
2. Chiudere il sacchetto tramite l'ausilio degli appositi lacci di stoffa (od eventualmente rendere la chiusura più efficace tramite lacci di gomma).
3. Strizzare manualmente il sacchetto o, se possibile, porlo sotto una fonte di pressione in modo tale da lasciar fuoriuscire ulteriore acqua dalla massa algale.
4. Aiutandosi con una paletta da cucina/cucchiaino, distribuire la biomassa algale sui vassoi dell'armadio essiccatore.

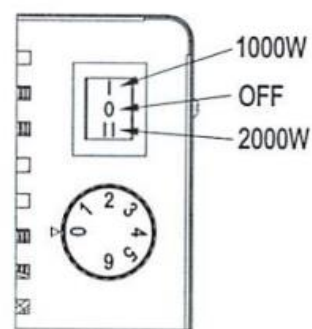


La biomassa deve essere distribuita sui vassoi in modo tale da essere facilmente disidratata. Si eviti il sovraccarico di biomassa sul vassoio come la creazione di grumi d'alga e di ammassamenti che, a causa delle dimensioni, risulterebbero difficilmente disidratabili nell'arco di tempo previsto per l'essiccazione.

5. Accendere il riscaldatore portatile (da qui nominato stufa) e chiudere la porta dell'armadio essiccatore.



Si riporta di seguito le operazioni di accensione della stufa (per eventuali precisazioni consultare il *Manuale di gestione e manutenzione del riscaldatore portatile* allegato al seguente manuale.



- Per l'avviamento occorre portare la manopola del termostato nella posizione di massimo.
- Ruotare il selettore di potenza nella posizione desiderata: I (1000 W) o II (2000 W). L'apparecchio si avvia.

Quando all'interno dell'armadio essiccatore si raggiunge la temperatura desiderata (55°C), ruotare indietro la manopola del termostato finché non si sente un click e lasciarla in questa posizione. Il termostato farà funzionare la macchina in modo intermittente per mantenere la temperatura costante all'interno dell'essiccatore.

6. Dopo circa 3-4 ore verificare lo stato di essiccazione della biomassa algale. Se il prodotto si presenta ben secco al tatto si può procedere con la raccolta, aiutandosi nell'operazione con una paletta.
7. Spegner la stufa se non è in programma una ulteriore fase di essiccazione nell'arco di poco tempo. Per far ciò, portare il selettore di potenza su 0, staccare la spina e lasciar raffreddare l'apparecchio prima di una sua eventuale rimozione dall'armadio essiccatore.



Accertarsi, con l'ausilio del misuratore di temperatura (termometro) che la temperatura interna del armadio essiccatore sia attorno ai 55°C.



L'armadio essiccatore è dotato di ruote in modo tale da facilitarne lo spostamento. Se le condizioni atmosferiche sono buone (giornata soleggiata e caldo) l'essiccatore può essere portato all'esterno e si procedere all'operazione di essiccazione anche senza ausilio della stufa.

L'alimentazione elettrica della stufa è garantita da un cavo di alimentazione collegato ad una presa di corrente.



Verificare che il cavo di alimentazione sia opportunamente alloggiato all'interno della cavità ricavatagli lungo il lato corto della parte bassa della porta in modo tale da consentire la corretta chiusura della porta dell'armadio essiccatore.



Verificare che il cavo di alimentazione non costituisca un ostacolo all'attività degli operatori dell'impianto.

La procedura di essiccazione degli scarti di pomodoro è assimilabile a quanto già descritto per la biomassa algale.

Per eseguire la corretta essiccazione dei cristalli di licopene prodotti durante la fase di estrazione con l'estrattore Naviglio (vedi § 6.7 ESTRAZIONE) disporre i cristalli di licopene sopra un vassoio da forno.



Per quanto riguarda la stufa, pulire regolarmente l'involucro esterno con una spugna o un panno morbido. Per le parti molto sporche usare una

spugna inumidita con acqua tiepida ed un detergente leggero. Poi asciugare con un panno pulito.

Mantenere le parti interne (pale del ventilatore, elementi riscaldanti) libere da polvere e sporcizia. Per pulire tali parti interne soffiare con cautela aria compressa attraverso la bocca di aspirazione e di mandata.



Figura 25. Esempio di vassoi caricati con biomassa microalgale e scarti di pomodoro

6.6.1 Operazione di pulizia



I vassoi e i sacchetti di taffetà vanno puliti rimuovendo residui e incrostazioni. Se lavati con acqua vanno poi asciugati prima di essere reinseriti nell'essiccatore.



Per quanto riguarda la stufa, pulire regolarmente l'involucro esterno con una spugna o un panno morbido. Per le parti molto sporche usare una spugna inumidita con acqua tiepida ed un detergente leggero. Poi asciugare con un panno pulito. Mantenere le parti interne (pale del ventilatore, elementi riscaldanti) libere da polvere e sporcizia. Per pulire tali parti interne soffiare con

cautela aria compressa attraverso la bocca di aspirazione e di mandata.

Dopo la fase di essiccazione della biomassa microalgale e degli scarti di pomodoro tali substrati sono pronti per la lavorazione finale atta a ricavare i pigmenti di interesse:

- La biomassa microalgale secca subirà una fase di frantumazione in modo tale da ottenere una polvere finissima che può essere direttamente utilizzata come colorante verde alimentare.



Figura 26. Biomassa algale dopo la fase di essiccazione

- Gli scarti secchi del pomodoro subiranno una fase di estrazione (vedi di seguito) che consentirà di isolare licopene in forma di cristalli da utilizzare come colorante rosso alimentare.



Figura 27. Scarti di pomodoro dopo la fase di essiccazione

Alle due sostanze in esame, clorofilla e licopene, potrà essere successivamente affiancata la

produzione di altre sostanze come ad esempio la ficocianina ricavabile dalla biomassa microalgale.

6.7 ESTRAZIONE

Il materiale essiccato viene avviato alla successiva fase durante la quale si procederà all'estrazione di licopene, dagli scarti del pomodoro.

Da progetto è previsto che l'unità di estrazione è adibita all'estrazione del licopene dai pomodoro. Si verificherà in una successiva fase di up-grading dell'impianto la possibilità di svolgere, con lo stesso macchinario, anche l'estrazione delle ficocianine dalla biomassa algale. Nello specifico si dovranno fare valutazioni di carattere economico e gestionale poiché, mentre per l'estrazione del licopene dagli scarti del pomodoro si utilizza come solvente la semplice acqua, per eventuale estrazione della ficocianina dalla biomassa microalgale occorre utilizzare come solvente l'alcool.



Per la procedura di utilizzo dell'estrattore si rimanda al *Manuale di gestione e manutenzione dell'estrattore*.

Di seguito una sintesi:

1. Verificare che tutto sia acceso (in particolare la fornitura dell'aria). Se non c'è fornitura d'aria la macchina segna l'allarme, una volta fornita l'aria bisogna resettare l'allarme.
2. Verificare che ci sia rifornimento d'acqua.
3. Riempire il sacchetto (sacchetto con maglia da 50 μ m, in dotazione con l'estrattore) con il materiale (da qui definito pianta) sul quale eseguire l'estrazione.
4. Chiudere il sacchetto con l'apposita fascetta per cavi in plastica.



Figura 28. Sacchetto riempito, in questo caso, con biomassa algale, chiuso e pronto per essere introdotto nella camera dell'estrattore da 5 litri

5. Introdurre il sacchetto nell'apposita camera (verificare sempre che si sia la piastra forata sul fondo. Qualora si utilizzi la riduzione in plastica inserire la riduzione sopra la piastra forata. Il sacchetto viene quindi alloggiato sopra la riduzione).
6. Controllare i parametri.
7. Premere START.
8. Premere CICLO CON POMPA: la macchina comincia a caricare l'acqua con la pompa.
9. Una volta che la pompa ha finito di caricare l'acqua, premere STOP.
10. Premere START.
11. Premere CICLO SENZA POMPA.
12. La macchina comincia a lavorare.



Se si applica il riduttore di volume in plastica bisogna ridurre il tempo di carico assorbente.

6.7.1 Ricetta d'estrazione di licopene

La ricetta di estrazione del licopene dagli scarti di pomodoro prevede di settare i parametri secondo le seguenti indicazioni.

pagina 1 del display

- 10 colpi di pistone;
- 10 secondi per andata + ritorno;
- 5 minuti di fase statica;
- Numero dei cicli: 35;
- 1 ciclo = 7 minuti;
- Tempo di carico assorbente: 35 secondi a vuoto; 15 secondi con sacchetto;

pagina 2 del display

- Parametri da non cambiare



La ricetta per l'estrazione del licopene dai pomodori deve essere riportata nell'apposito documento G2 "Ricetta estrazione" in allegato al seguente manuale. Tale documento deve essere accessibile agli operatori nel momento del settaggio dei parametri. I contenuti di tale documento possono subire modifiche solo in accordo con il produttore dell'impianto.



Durante il carico e lo scarico dei serbatoi indossare sempre occhiali protettivi, guanti resistenti al tipo di veicolante o liquido di lavaggio, maschera di protezione per le vie respiratorie. Non inalare direttamente, in qualsiasi caso



Non spostare l'apparecchio quando è in funzione e in ogni caso è bene scollegare gli allacciamenti prima di muoverlo.



La movimentazione della macchina deve essere eseguita manualmente con l'ausilio delle maniglie.

Alla fase di estrazione del licopene seguono le fasi di filtrazione ed essiccazione che sono assimilabili a quanto già descritto nei §§ 6.3 FILTRAZIONE DELLA BIOMASSA ALGALE e 6.6 ESSICCAZIONE

A riguardo si pongono le seguenti precisazioni:

- Per la fase di filtrazione del liquido contenente i cristalli di licopene utilizzare il vibrovaglio con rete filtrante da 7 micron. Se si lavora con portate limitate del liquido non occorre inserire il sacchetto di taffetà e la raccolta dei cristalli di licopene viene effettuata manualmente direttamente dalla tela filtrante con l'ausilio di una apposita paletta e di un vassoio;
- Per la fase di essiccazione dei cristalli di licopene disporre i cristalli di licopene sopra un vassoio da forno e appoggiare quest'ultimo sopra uno dei vassoi all'interno dell'armadio essiccatore.

7. GESTIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto necessita di operazioni quotidiane di controllo di alcuni parametri per garantire il corretto ed efficiente funzionamento in occasione delle operazioni di filtrazione, estrazione ed essiccazione.

7.1 Unità di produzione

L'unità di produzione della biomassa microalgale necessita di un controllo costante di alcuni parametri chimico-fisici i cui valori devono rientrare entro prefissati valori per garantire la

corretta crescita delle microalghe. La trattazione di qui riportata si struttura nel seguente modo:

- Parametro da controllare;
- Frequenza di controllo;
- Modalità di controllo;
- Operazioni da svolgere in presenza di particolari problemi.

7.1.1 Irradiazione

La fornitura di luce è fondamentale per la crescita delle microalghe. Alla luce naturale fornita dal sole (si accerti che il locale in cui è ubicato l'impianto sia sempre ben illuminato) può, se necessario, essere accostata la luce artificiale fornita dalle lampade a neon. Il numero di lampade da tenere accese è indicato nella procedura di messa a regime dell'impianto. Tale numero può aumentare o diminuire a seconda delle necessità indicate nel successivo punto.

7.1.2 Temperatura

La temperatura durante il giorno all'interno di ogni PBR deve essere nel range tra i 25 e i 35°C.



La temperatura è misurata tramite un apposito **termometro d'acquario** posto sulla superficie laterale del PBR. Il controllo della temperatura va effettuato **una volta ogni due giorni nella fase di inoculo, una volta a settimana con impianto a regime**. I valori rilevati vanno annotati nelle apposite schede riassuntive (Vedi Allegato G1).



Se la temperatura della coltura risulta essere inferiore ai 25°C si consiglia di accendere una ulteriore lampada neon.

Se la temperatura della coltura risulta superiore ai 35°C si consiglia di spegnere una lampada.



Durante la fase di ricarica con Zarrouk l'inserimento di sali nutrienti a temperatura ambiente tende ad abbassare la temperatura globale della coltura. Attendere il progressivo rientro nei range di temperatura senza accendere ulteriori lampade.

7.1.3 pH

Il pH è un parametro indice dello stato di salute della coltura microalgale. In particolare la coltura di microalga Spirulina è caratterizzata da un pH marcatamente basico (tra il 9-10). Di seguito si riporta una illustrazione di come utilizzare la cartina tornasole:

- 6 Srotolare un breve pezzo di cartina tornasole dall'apposito rotolo.
- 7 Tagliare il pezzo.
- 8 Immergere il pezzo di cartina tornasole nella coltura della quale si vuole rilevare il pH ed attendere finché non acquista colorazione.
- 9 Estrarre la cartina tornasole dalla coltura e determinare il valore del pH tramite l'accostamento al campione cromaticamente più somigliante (vedi seguente illustrazione).



Figura 29. Determinazione del valore del pH

- 10 Annotare il valore rilevato nelle apposite schede riassuntive (Vedi Allegato G1).



Il pH viene misurato tramite la **cartina tornasole**. Il controllo del pH va effettuato **una volta ogni due giorni nella fase di inoculo, una volta a settimana con impianto a regime**. I valori rilevati vanno annotati nelle apposite schede riassuntive (Vedi Allegato G1)



Se i valori di pH si discostano dai valori previsti controllare che tutti gli altri parametri (illuminazione, apporto nutrienti, insufflaggio aria, temperatura, etc.) siano in range.

7.1.4 Insufflaggio aria

L'insufflaggio dell'aria ha lo scopo sia di fornire anidride carbonica alla coltura microalgale, sia di mantenerla movimentata tramite l'azione delle bolle d'aria.



Verificare giornalmente l'erogazione dell'aria.



Se viene a mancare la corrente all'impianto, provvedere il prima possibile alla riattivazione, anche con mezzi provvisori, dell'insufflaggio dell'aria.



Se la fuoriuscita dell'aria dall'apposito anello risulta insufficiente o rallentata da eventuali incrostazioni procedere con l'aumento del flusso d'aria mediante la regolazione della soffiante. Se il problema continua a persistere, procedere con l'operazione di pulizia dell'anello di erogazione dell'aria come indicato al § "8.1.1 Manutenzione dell'unità di produzione" alla sezione "Manutenzione dell'anello di erogazione dell'aria".

7.1.5 Colorazione

La colorazione della coltura è un immediato indice di salute della microalga. In particolare il colore tipico della Spirulina è un verde intenso, come riportato nella seguente illustrazione.



Figura 30. Colorazione caratterizzante una coltura di Spirulina all'interno di un PBR cilindrico in ottimo stato di salute.

Per effettuare la rilevazione dello stato della colorazione della coltura di un determinato PBR si procede scattando una **fotografia**. Si consiglia di scattare le foto sempre da uno stesso punto in modo tale da avere immagini rapidamente confrontabili.



Il controllo della colorazione va effettuato **una volta ogni due giorni nella fase di inoculo, una volta a settimana con impianto a regime..** Le illustrazioni vanno salvate in formato .jpg e nominate con il numero del PBR e il giorno in cui è stata scattata la foto. Le immagini vanno archiviate ordinatamente in una apposita cartella.



Se l'intensità del colore risulta diminuire è probabile che sussista una carenza di sali nutrienti. Qualora il colore converga sul giallo la coltura

microalgale risulta compromessa e bisogna procedere con la rimozione dell'intera coltura.

7.1.7 Disponibilità nutrienti

La disponibilità da parte delle microalghe dei nutrienti è garantita tramite la ricarica dello Zarrouk secondo i modi e i tempi descritti al §"6.4 RICARICA".



Se si verifica un lungo periodo di inattività dell'impianto (prolungata assenza di operazione di filtrazione e di conseguente ricarica) con la coltura microalgale in coltivazione nei PBR, verificare se procedere con uno scarico di coltura e la ricarica di Zarrouk in modo da apportare nuovi nutrienti alla miscela.

7.1.8 Pulizia dei PBR

Lo stato di pulizia dei PBR deve essere monitorato costantemente. In particolar modo si deve monitorare:

- La formazione di incrostazioni lungo la parete laterale interna del PBR e sulle pareti esterne delle tubazioni in plexiglass in cui sono alloggiare le lampade a neon;
- La formazione di depositi di materiale organico sotto forma di melma sul fondo del PBR dovuto ad una fase di sedimentazione della microalga.



Le incrostazioni elencate al primo punto possono limitare la quantità di luce (sia naturale che artificiale) disponibile alla coltura. La rimozione delle incrostazioni sulla parte laterale interna del PBR può essere comodamente rimossa utilizzando l'apposita **spazzola magnetica** in dotazione all'impianto (Vedi

immagine di seguito). La rimozione delle incrostazioni sulle pareti esterne delle tubazioni in plexiglass in cui sono alloggiati le lampade a neon possono essere rimosse con l'ausilio di uno **scovolo di plastica** alloggiato su un manico di adeguata lunghezza.



Figura 31. Spazzola magnetica.



Figura 32. Scovolo per la pulizia interna dei PBR da alloggiare su lungo manico.



Si accerti che sia la spazzola magnetica che lo scopettone siano sanificati prima di utilizzarli a contatto con la coltura. Per l'operazione di sanificazione si procede con l'immersione degli oggetti di pulizia in una **miscela di ipoclorito di sodio (candeggina)** in acqua deionizzata nella proporzione 1 ml di NaClO (candeggina)/ 250 ml di acqua. Lasciar immersi gli utensili per almeno 24 ore dopo di che versare nella miscela

sodio tiosolfato (20 g per 100 l circa) per neutralizzare il cloro. Lasciare immersi gli utensili per minimo 2 ore per poi lavarli in acqua corrente lasciarli ad asciugare.



Per quanto riguarda i sedimenti elencati al secondo punto la loro rimozione deve avvenire limitando il più possibile la risospensione dei sedimenti. Si consiglia di aspirare il fondo con l'ausilio di una pompa e di una lunga tubazione in plastica. Il sedimento raccolto deve essere eliminato. La pompa e la tubazione, alla fine del processo, vanno pulite secondo la procedura adottata per la pulizia dei fotobioreattori.

7.1.9 Analisi biologiche sul prodotto

Sottoporre il prodotto conclusivo del processo (nello specifico la microalga secca dopo la fase di essiccazione) ad analisi biologiche e batteriologiche. La frequenza delle analisi va stabilita definendo un opportuno rapporto campione analizzato/prodotto essiccato. Di seguito si riporta una sintetica lista delle prove da effettuare per una complessiva analisi biologica/batteriologica.

- Salmonella spp.
- Listeria monocytogenes;
- Conta microbica a 30°C;
- Escherichia coli beta;
- Stafilococchi coagulasi positivi (conta);
- Spore aerobie e anaerobie (conta);
- Bacillus cereus (conta);
- Muffe e lieviti (conta);
- Cianotossine;
- Umidità.

8 MANUTENZIONE

8.1 MANUTENZIONE ORDINARIA

8.1.1 Manutenzione dell'unità di produzione

Manutenzione dei fotobioreattori

I dispositivi produttivi dell'unità di produzione (i fotobioreattori) necessitano di una procedura di pulizia e disinfezione preliminare prima dell'inizio dell'attività produttiva e dopo la sua conclusione. Le operazioni di pulizia dei fotobioreattori che richiedono l'utilizzo di acqua corrente sono consentite tramite l'immissione diretta nel circuito di acqua dal punto di immissione indicato nello schema del P&I. (vedi seguito della procedura, primo punto).

La manutenzione dei fotobioreattori prevede:

- La pulizia delle superfici interne ed esterne del PBR;
- La disinfezione della colonna del PBR;
- La pulizia e manutenzione dell'anello di erogazione dell'aria;
- La manutenzione dei dispositivi luminosi.

Pulizia delle superfici interne ed esterne del PBR

La pulizia delle superfici interne ed esterne è una operazione che permette di mantenere il più possibile trasparenti le pareti in plexiglass del PBR rimuovendo incrostazioni microalgali che possono limitare l'irraggiamento luminoso sia naturale che artificiale. Per quanto riguarda nello specifico le operazioni da svolgere si rimanda al capitolo "Gestione dell'impianto" del "Manuale d'uso" in cui, nell'apposita sezione, vengono descritte le operazioni da compiere.

Per la pulizia dei fotobioreattori in plexiglass non utilizzare alcool o solventi, ma pulire con un panno morbido, acqua e sapone neutro.



Non utilizzare utensili abrasivi, appuntiti, metallici o qualunque altro oggetto che possa rovinare le superfici delle colonne. Per la pulizia interna delle pareti dei fotobioreattori si consiglia l'utilizzo dei spatole magnetiche.

Disinfezione della colonna

La disinfezione della superficie interna dei fotobioreattori avviene tramite le fasi di:

- Sanificazione;
- Neutralizzazione;
- Lavaggio

La fase di sanificazione è eseguita mediante una **miscela di ipoclorito di sodio (NaClO, da qui candeggina)** in acqua nella proporzione 1 l di candeggina / 250 l di acqua.

Si accerti di effettuare la sanificazione su tutta la superficie che è stata precedentemente a contatto con la coltura. Di conseguenza, se i PBR sono stati fatti funzionare a pieno regime (240 litri di coltura) bisogna riempire i PBR fino a poco sopra la quota 240 litri indicata dall'apposito nastro graduato (vedi immagine seguente).

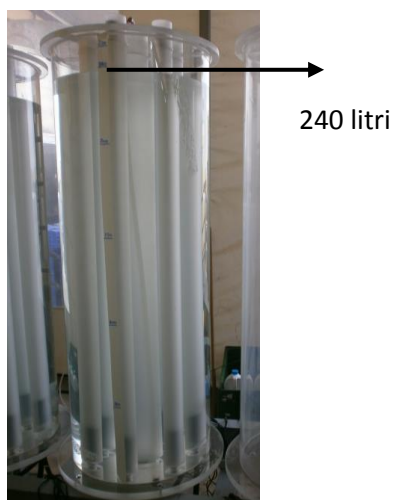


Figura 33. PBR caricato d'acqua per la fase di sanificazione

La procedura è la seguente:

1. Introdurre l'acqua nei PBR. Per svolgere l'operazione è necessario assicurarsi che le valvole V1503, V151 e V154 siano chiuse. Di seguito si procede con l'apertura delle valvole V1504, V153 e le valvole relative ai fotobioreattori in cui si intende immettere l'acqua (rispettivamente PBR 1, V113; PBR 2, V123; PBR 3, V133; PBR 4, V143).
2. Quando l'acqua ha completamente coperto l'anello di erogazione dell'aria attivare l'aeratore in modo tale che ci sia insufflaggio d'aria.
3. Man mano che sale il livello dell'acqua all'interno del PBR versare la candeggina nella quantità stabilita precedentemente. In particolare si consiglia, per essere sicuri sull'efficienza della sanificazione, di versare **un litro di candeggina per 240/245 litri d'acqua**.
4. Raggiunto il livello di liquido stabilito all'interno del PBR, bloccare il conferimento di acqua chiudendo le valvole V1504, V153 e le valvole relative ai fotobioreattori in cui si è immesso

l'acqua (PBR 1, V113; PBR 2, V123; PBR 3, V133; PBR 4, V143).

5. La miscela di acqua e ipoclorito deve rimanere all'interno del PBR per circa 24 ore garantendo la continua insufflazione d'aria a luci spente.
6. Al termine del periodo di disinfezione, viene effettuata la neutralizzazione del cloro mediante immissione di **sodio tiosolfato (0,2g/l circa)** nella soluzione di sanificazione. Se si effettua la sanificazione con un volume di 240 l si deve versare 50 g di sodio tiosolfato nella soluzione (0,2 g/l x 250 l). Qualora non si disponga di sodio tiosolfato, si consiglia di effettuare 3/4 cicli di risciacquo della colonna con acqua pulita. Per agevolare il rimescolamento e l'ossidazione del cloro residuo, viene immessa aria attraverso i diffusori. La fase di neutralizzazione ha una durata di circa 1 ora.
7. Dopo la neutralizzazione, la soluzione di disinfezione deve essere allontanata dai fotobioreattori. Per far ciò, una volta assicuratisi che le valvole V154 e V151 siano chiuse, procedere con l'apertura della valvola di scarico V 1503 e della valvola di fondo del reattore che si intende svuotare (rispettivamente PBR 1, V113; PBR 2, V123; PBR 3, V133; PBR 4, V143).
8. Una volta svuotata la soluzione di disinfezione dai PBR si procede con la fase finale di risciacquo procedendo al conferimento di acqua fino alla quota precedentemente raggiunta dalla miscela di sanificazione (a regime, 240 litri circa). Per eseguire l'operazione si svolgono le indicazioni specificate al primo punto della seguente procedura. Si consiglia di garantire la presenza di insufflazione d'aria per l'allontanamento di eventuali

residui di cloro. Tale fase di lavaggio può durare indicativamente 1 ora. Conclusa la fase si procede allo svuotamento totale dei PBR seguendo le indicazioni specificate al punto 7 della seguente procedura. Per l'allontanamento degli eventuali residui organici e delle incrostazioni saline e calcaree depositate sulle pareti e sul fondo devono essere eseguite operazioni successive di riempimento e svuotamento della colonna con acqua deionizzata. Durante l'esecuzione di questa fase, viene mantenuto attivo il flusso di aria attraverso i diffusori al fine di provvedere ad una parziale pulizia degli stessi.



La procedura di pulizia dei fotobioreattori deve essere ripetuta, nel corso della produzione, ogni 60 giorni di funzionamento del fotobioreattore.

Manutenzione dell'anello di erogazione dell'aria

Per la manutenzione è necessario estrarre la corona di diffusione dell'aria (indicata con il numero 3 in Figura 34) dal fotobioreattore. Procedere come segue:

1. Staccare il lungo tubo Rilsan verticale (2) dal raccordo a L (3). Per far ciò occorre spingere il bottone rosso (3a) verso il corpo del raccordo (3) come illustrato in **Figura 35** dalla direzione della freccia azzurra.
2. Sollevare la corona (3) aiutandosi con il tubo Rilsan verticale (2) e sfilarlo fuori dalla colonna.
3. Aprire la corona (3) staccandola dal raccordo a T (5). Per far ciò occorre spingere i bottoni rossi (5a, 5b, 5c) verso il corpo del raccordo (5) come illustrato in

Figura 36 dalla direzione delle frecce azzurre.

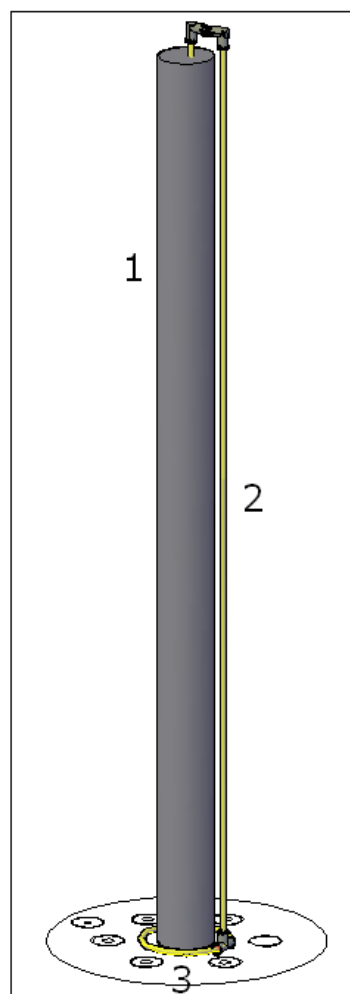


Figura 34. Schema del PBR dove sono state evidenziate la sola tubazione di servizio centrale in plexiglass, la tubazione Rilsan 2 e la corona di diffusione dell'aria 3.

4. Lavare la corona (3) e la tubazione (2) sotto l'acqua corrente eliminando le incrostazioni formatisi aiutandosi, se necessario, con una spugna metallica. Qualora persistessero le incrostazioni si consiglia di lasciare in ammollo le componenti in candeggina e/o un disincrostante per calcare per il tempo necessario a rimuovere le incrostazioni.

5. Pulire il raccordo a T (5) come indicato nel precedente punto 4.

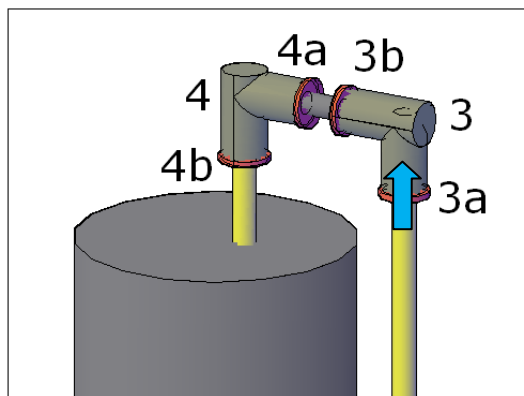


Figura 35. Ingrandimento sommità della tubazione di servizio centrale 1

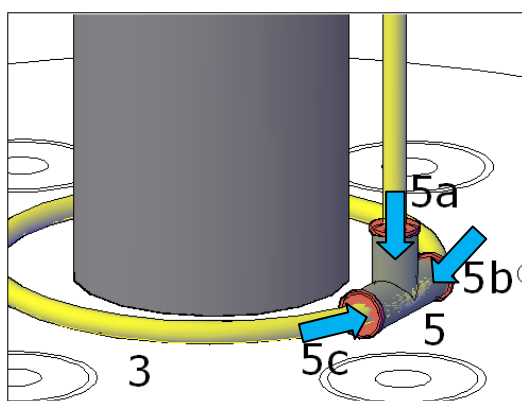


Figura 36. Ingrandimento basamento della tubazione di servizio centrale 1

6. Quando le varie componenti sono asciugate si può procedere con l'assemblamento in modo tale da rendere il meccanismo di insufflaggio dell'aria nuovamente operativo.



Verificare periodicamente che i fori dell'anello di erogazione dell'aria non siano otturati.



La corona (3) è dotata di pesi in acciaio per tener bloccata la corona al fondo del PBR. Verificare che i pesi in acciaio non presentino segni di deterioramento come per es. ruggine o incrostazioni, se ciò accade è

consigliabile pulirli con soluzioni di acido nitrico diluite.

Manutenzione dei dispositivi luminosi

La manutenzione dei dispositivi luminosi prevede il controllo del funzionamento delle 6 lampade a neon di illuminazione della coltura microalgale. Il controllo è destinato ad individuare la presenza di malfunzionamenti o di guasti che, dove accertati, devono essere prontamente risolti.



Prima di compiere qualsiasi operazione sull'impianto di illuminazione, accertarsi che l'interruttore generale del quadro principale sia in posizione di OFF.



Estrarre il dispositivo luminoso dalla colonna e procedere con la manutenzione richiesta.

8.1.2 Manutenzione della rete idraulica

La rete idraulica dell'impianto permette di collegare direttamente l'unità di produzione della biomassa algale alle unità di filtrazione e di stoccaggio. Tale rete, per compiere la sua funzione di trasporto dei liquidi (coltura algale, liquido chiarificato, Zarrouk, soluzione di sanificazione) al meglio, deve essere costantemente monitorata. In particolare bisogna accertarsi che:

- Non vi siano **perdite di liquidi** lungo le tubazioni. In tal caso bisogna procedere con il tamponamento provvisorio del punto di fuoriuscita del liquido e procedere, eventualmente, con la sostituzione del tratto di tubazione. Altri punti critici sono individuabili in corrispondenza delle valvole di snodo delle varie tubazioni. In tal caso verificare che eventuali perdite non siano dovute al logoramento della guarnizione. Procedere quindi con la loro sostituzione.



La rete idraulica è ancorata al pavimento dell'impianto tramite apposite fascette. Si raccomanda di prestare attenzione evitando di calpestare le tubazioni o di movimentare materiale e strumentazione (e.g. le unità carrellate dell'armadio essiccatore o dell'estrattore) sopra di essere. Tali azioni possono infatti comportare un danneggiamento/logoramento alla tubazione.

- Le tubazioni presentino un buon grado di pulizia interna senza depositi/incrostazioni di materiale organico (biomassa algale) o di residui dell'attività di sanificazione.

Alla fine di ogni processo di filtrazione dell'alga risulta opportuno pulire le tubazioni che sono state interessate dal transito della biomassa algale in modo tale da eliminare eventuali ristagni d'alga ed evitare la formazione di incrostazioni o l'instaurarsi di fenomeni di degradazione anaerobica della biomassa (questi ultimi fenomeni sono la causa di odori maleodoranti che possono compromettere la qualità della successiva operazione di filtrazione). L'operazione di pulizia è costituita da un semplice risciacquo con acqua corrente. La procedura di risciacquo è la seguente:

1. Assicurarsi che le valvole V150, V1503 e quelle dei PBR (V112, V113, V122, V123, V132, V133, V142, V143) siano chiuse e che le valvole V151, V152, V153 e V154 siano aperte.
2. Aprire la valvola V1504 ed erogare l'acqua all'interno delle tubazioni.
3. Una volta che l'acqua a fatto il giro delle tubazioni, aprire le valvole V150 e V1202 ed attivare la pompa P1202 in modo tale

che l'acqua corrente vada a pulire anche la tubazione di collegamento all'unità di filtrazione. Aprire la valvola V1502 ed accendere la pompa P1401 in modo tale da scaricare direttamente al pozzetto di scarico l'acqua del risciacquo.

4. Procedere con l'erogazione dell'acqua fino a che quest'ultima non risulta, all'uscita sulla tela filtrante del vibrovaglio, pulita. In accordo con quanto prescritto nella procedura di *Filtrazione della biomassa algale* del *Manuale d'Uso*, la fase di pulizia della rete idraulica viene fatta in parallelo all'attività di pulizia del vibrovaglio. Di conseguenza la chiusura della valvola V1504 avviene quando le superfici del vibrovaglio risultano ben sciacquate e pulite.
5. Una volta che la pompa non pesca più acqua all'interno delle tubazioni, spegnere la pompa P1202 e lasciare le valvole aperte in modo tale da facilitare la fuoriuscita dei rimanenti rivoli d'acqua.
6. Aspirata completamente l'acqua del risciacquo dalla vaschetta del vibrovaglio, spegnere la pompa P1401.

8.1.3 Manutenzione dell'unità di filtrazione

Prima di compiere qualsiasi operazione di manutenzione sulla macchina accertarsi che l'interruttore generale della macchina sia spento e che sia sufficientemente fredda per non provocare ustioni.

Si consiglia di seguire la seguente manutenzione programmata:

- ogni 2-3 ore di lavoro pulire la rete (spazzolandola) e controllarne l'integrità;
- ogni giorno o 20 ore di lavoro della macchina controllare il tensionamento della rete e pulirla;

- ogni mese o 500 ore di lavoro della macchina verificare l'integrità delle molle e dei relativi fissaggi, la rumorosità dei cuscinetti il serraggio della bulloneria e sostituire la rete;
- ogni anno o 5000 ore di lavoro della macchina sostituire i cuscinetti ed eventuali tenute del moto vibratore.

8.1.4 Manutenzione dell'unità di stoccaggio

La manutenzione dell'unità di stoccaggio prevede le seguenti operazioni:

- la verifica di eventuali perdite di liquido dal serbatoio. Nel caso sussistesse il problema procedere con l'eliminazione di tali perdite (riparazione di falle, sostituzione guarnizioni, sostituzione del serbatoio, etc.);
- la verifica dello stato del liquido stoccato all'interno del serbatoio (formazione di schiume sulla superficie del liquido, di incrostazioni lungo le pareti interne.



Se la qualità del liquido stoccato all'interno del serbatoio risulta compromessa (questo può accadere se vi sono lunghi periodi di inattività dell'impianto che portano ad una lunga stagnazione ed invecchiamento del liquido) procedere con l'eliminazione del liquido tramite apposita tubazione di scarico e pulire l'intero serbatoio con acqua corrente.



Si consiglia di chiudere la bocchetta di ispezione del serbatoio con all'apposito coperchio in modo tale da limitare fenomeni di contaminazione del liquido stoccato.

8.1.5 Manutenzione dell'unità di lavorazione del pomodoro

Per una corretta manutenzione dell'unità di lavorazione del pomodoro si riporta di seguito una sintesi delle avvertenze indicate nel "Manuale di uso, gestione e manutenzione della passatrice per pomodoro" in allegato al seguente documento. Nello specifico:

- al termine di ogni ciclo di trafilatura (kg 1,5) è necessario far riposare la macchina per evitare danni all'elica e agli ingranaggi;
- tutte le operazioni di montaggio, smontaggio, sostituzione delle trafilare e pulizia vanno effettuate con il motore spento e con il cavo spina disinserito;
- si raccomanda, dopo ogni utilizzo, di smontare, lavare e asciugare accuratamente ogni parte del torchio;
- Per la pulizia delle trafilare si consiglia di metterle a bagno in un recipiente con acqua tiepida subito dopo l'utilizzo.

8.1.6 Manutenzione dell'unità di essiccazione

La manutenzione dell'armadio essiccatore prevede le seguenti operazioni:

- Controllo della pulizia dei vassoi. Eliminare, con l'ausilio di acqua corrente ed una spazzola/paletta, le possibili incrostazioni di biomassa algale e di residuo di pomodoro che si possono formare sulle maglie dei vassoi;
- Controllo della qualità dei vassoi. Verificare la presenza di eventuali rotture della rete. Dove possibile procedere con una riparazione. Altrimenti sostituire la rete.

- Controllo delle funzionalità della stufa (per maggiori informazioni consultare il *Manuale di gestione e manutenzione del riscaldatore portatile* allegato al seguente documento).

8.1.7 Manutenzione dell'unità di estrazione

L'unità di estrazione, vista la complessità del suo funzionamento, prevede un'opera di manutenzione articolata nei seguenti punti:

- Prima di effettuare qualsiasi operazione di manutenzione bisogna aver sottoposto la macchina ad un accurato lavaggio e ad una pulizia esterna generale (da effettuare ad impianto fermo);
- Per garantire un corretto funzionamento della macchina controllare settimanalmente il gruppo trattamento aria compressa situato appena sotto il quadro elettrico. Controllare se le tazze presentano profonde impurità;
- Effettuare periodicamente lo scarico delle eventuali condense che si accumulano nella tazza trasparente;
- Controllare che la pressione del manometro del regolatore sia stabile, anche durante il funzionamento della macchina;
- Controllare settimanalmente che non vi siano fuoriuscite di prodotto dai vari componenti del circuito;
- Controllare settimanalmente che non vi siano fuoriuscite di prodotto dal foro del pistone di compressione;
- Controllare settimanalmente lo stato di mantenimento della guarnizione di tenuta del coperchio del serbatoio;

- Controllare settimanalmente che il collettore di uscita del serbatoio, posizionato sul fondo della stessa, non sia intasato;
- Controllare mensilmente lo stato dei tubi di alimentazione e scarico del prodotto.



Qualora, dopo i controlli precedentemente indicati, dovessero risultare dei problemi, per procedere alla specifica opera di manutenzione si consiglia di consultare il *Manuale di gestione e manutenzione dell'estrattore*, allegato al seguente documento.

8.2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA

8.2.1 Periodi di inattività prolungata

In caso di periodi di inattività prolungata si consiglia di eseguire le seguenti attività:



Per quanto riguarda l'unità di produzione, occorre sanificare le colonne dei fotobioreattori.



Qualora le lampade a neon risultassero non più funzionanti, occorre rimuoverle e procedere alla loro sostituzione.



Verificare periodicamente che non ci siano perdite di liquido dai fotobioreattori, dalle tubazioni, dalle varie valvole.



Se l'impianto non viene utilizzato per lunghi periodi, occorre svuotare il serbatoio e lasciarlo asciugare. Alla ripresa delle attività si procede con una fase di risciacquo generale prima di introdurre i sali nutritivi (miscela di Zarrouk).

8.2.1 Manutenzione straordinaria dell'estrattore Naviglio

Alcune componenti della macchina sono soggette ad usura. Tale usura varia dal tipo di veicolante utilizzato, da come si lava la macchina, dalla mole di lavoro eseguita. In ogni caso, entro il primo anno di utilizzo, si consiglia la sostituzione, del seguente materiale:

- Guarnizione di tenuta del coperchio del serbatoio
- Guarnizioni di tenuta dei raccordi a norma DIN 11851
- Sostituzione dei tubi di alimentazione e scarico del liquido
- Sostituzione delle guarnizioni di tenuta in EPDM lato fluido del pistone di compressione.

Tale operazione deve essere eseguita da personale specializzato sotto le indicazioni del fornitore dell'impianto. Successivamente si valuterà con il cliente la necessità e la frequenza degli interventi di manutenzione.

9 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Le tecnologie di cui si avvale l'impianto sono progettate e costruite nel rispetto delle norme di sicurezza italiane ed europee.

9.1 Aeratore

L'aeratore è conforme alle norme ufficiali di sicurezza:

- EN 50081-1/1992 - Compatibilità elettromagnetica - Norma generica di emissione - Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- EN 50082-1/1997 - Compatibilità elettromagnetica - Norma generica di immunità - Parte 1: Ambiente domestico, commerciale e industriale leggero
- EN 55014-2 - Compatibilità elettromagnetica. Requisiti per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e apparecchi simili. Parte 2: Immunità.
- EN 61000-3-2/3 - Norme cogenti per il contenimento delle armoniche e delle fluttuazioni di tensione a 50 Hz.

Il plexiglass è conforme allo standard ISO 7823.1 - 1998.

9.2 Pompe

L'impianto di fotobioreattori è attrezzato con tre pompe. Di queste, due sono prodotte dalla Pedrollo S.p.a. e sono utilizzate per prelevare la biomassa dai fotobioreattori e portarla al vibrovaglio e per prelevare i sali nutrienti dal serbatoio e portarli ai fotobioreattori. Tali pompe sono conformi alle norme ufficiali di sicurezza (dal catalogo Pedrollo S.p.a.):

- EN 60335-1/ IEC 60335-1/ CEI 61-150 - Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare

- EN 60034-1/ IEC 60034-1/ CEI 2-3 - Prescrizioni generali per macchine elettriche rotanti

La terza pompa, quella installata nel gruppo carrellato del vibrovaglio, è conforme alle norme di sicurezza riguardanti il vibrovaglio.

9.3 Illuminazione a neon

Le lampade a neon si attengono ai seguenti standard:

- EN 61347-2-3 - Sicurezza;
- EN 60929 - Performance;
- EN 55015 - Emissioni R.F.I.;
- EN 61000-3-2 - Limiti armonici;
- EN 61547 - Immunità.

9.4 Quadro elettrico

Il quadro elettrico è conforme alla Direttiva Bassa Tensione della Comunità Europea CEI 17-13/1.

Tutti i componenti elettrici utilizzati per la costruzione sono in possesso di certificazione ISO 29000 e rispondono ai requisiti imposti dalle normative vigenti per la sicurezza elettrica e meccanica.

Il quadro elettrico, come evidenziato nell'allegato schema elettrico, è composto da:

- alimentazione delle lampade;
- alimentazione dell'aeratore;
- alimentazione della pompa idraulica;
- alimentazione dell'elettrovalvola.

Nello specifico si attesta la conformità dell'impianto elettrico, idrico e pneumatico dell'intero impianto di produzione, raccolta e lavorazione di organismi fotosintetici alla regola d'arte. Si allega al presente documento la

dichiarazione originale di conformità rilasciata dall'impresa MONTES IMPIANTI SRL che ha eseguito i lavori.

9.5 Vibrovaglio

Il macchinario vibrovaglio è dotato delle seguenti certificazioni:

- ATEX II3 D (ZONA 22);
- IE2

In particolare, le componenti a contatto con il prodotto sono costruite in acciaio inox AISI 304 L decapate passivamente e micro pallinate con sfere ceramiche RA.1.6. Tali componenti sono certificate FDA per uso alimentare.

9.6 Estrattore

L'estrattore è dotato di marchiatura CE. Il macchinario è stato progettato e costruito in conformità alle seguenti direttive:

Macchine → 2006 / 42 / CE

Bassa tensione → 2006 / 95 / CE

Compatibilità elettromagnetica → 2004 / 108 / CE

La macchina rientra nella direttiva PED 97/23 CE come da art.3 par.3. Per la verifica della conformità sono state consultate le seguenti norme:

- UNI EN 12100-1;
- UNI EN 12100-2;
- UNI EN 1050;
- UNI EN 292/1/2 92

Di seguito riportiamo la targhetta CE fissata sull'impianto



9.8 Armadio essiccatore

Per quanto riguarda l'unità di essiccazione si riporta la conformità alle norme ufficiali di sicurezza del riscaldatore portatile che presenta marchiatura CE.

9.9 Serbatoio

Il serbatoio è stato prodotto con materie prime certificate per uso alimentare.

9.10 Passatrice per pomodoro

La passatrice per pomodoro è dotata di marchiatura CE.

10 ALLEGATI

10.1 SCHEMA P&I

10.2 MANUALI D'USO E MANUTENZIONE

In allegato al seguente *Manuale di Formazione* si allegano i *Manuali d'Uso e Manutenzione* delle specifiche componenti dell'impianto. Si riporta:

- 1) Il manuale d'uso e manutenzione del vibrovaglio.
- 2) Il manuale di istruzioni del riscaldatore portatile dell'armadio essiccatore.
- 3) Il manuale d'uso e manutenzione della spremi pomodoro dell'unità di lavorazione del pomodoro.

- 4) Il manuale d'uso e manutenzione dell'estrattore Naviglio.

10.3 ALLEGATI DA COMPILARE

Al seguente *Manuale di Formazione* si allegano gli allegati da compilare durante alcune operazioni di gestione, manutenzione e formazione.

Ogni allegato è caratterizzato da una lettera e da un numero progressivo dove:

G = Gestione;
M = Manutenzione;
F = Formazione.

Esempio di classificazione di allegato.

G1 = VALORI DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELL'UNITA' DI PRODUZIONE

L'allegato, classificato con la lettera G, riguarda la fase di Gestione dell'impianto.

10.4 SCHEDE TECNICHE E ATTESTAZIONI DI CONFORMITÀ

In allegato al seguente *Manuale di Formazione* si allegano le schede tecniche delle seguenti componenti dell'impianto:

1. Soffiante dei fotobioreattori.
2. Lampada d'illuminazione dei fotobioreattori.

In allegato al *Manuale di Formazione* si allega l'attestazione di conformità dell'impianto elettrico, idrico e pneumatico rilasciata dall'impresa MONTES IMPIANTI SRL che ha eseguito i lavori.

11 LISTA DEI COMPONENTI

UNITÀ DI PRODUZIONE		
DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE /MODELLO	CARATTERISTICHE
N° 4 Fotobioreattori		Materiale: plexiglass colato (Altuglas CN) Diametri colonna esterna: 500/490 mm Altezza colonna esterna: 1566 mm Diametri colonne interne: 100/60 mm Altezza colonne interne: 1660 mm Volume: 240 litri
N°1 Struttura portante per il fotobioreattore e i relativi servizi		Materiale montanti: ferro verniciato
LINEA ARIA		
DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE /MODELLO	CARATTERISTICHE
N°2 Aeratori	Koi-Flow 30	Aeratore non sommergibile Portata: 30 l/min Tensione: 230 V/50 Hz Potenza: 25 W Dimensioni: 155 x 165 x 140 mm Pressione esercizio: 0,025 MPa
Valvole di regolazione		Materiale: acciaio cromato
Diffusori aria		Materiale: polietilene (diam. 10 mm)
Pesi per diffusori		Materiale: acciaio inox
LINEA CARICO/SCARICO ACQUA		
DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE /MODELLO	CARATTERISTICHE
N°2 Elettropompe	PKm 60 - Pedrollo	Elettropompa autoadescante Portata: 30 l/min Potenza: 0.37 kW Prevalenza: 15 m Dimensioni: 207 x 118 x 145 mm
SISTEMA DI ILLUMINAZIONE		
DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE /MODELLO	CARATTERISTICHE
n° 6 Dispositivi illuminotecnici		Dispositivi illuminotecnici da 58 W/220V completamente cablati contenenti neon ed elettronica necessaria per il loro funzionamento.
Quadro elettrico generale		

UNITA' DI FILTRAZIONE				
DESCRIZIONE COMPONENTE			CODICE/MODELLO	CARATTERISTICHE
N°1 Gruppo carrellato composto da:			GRC600/1S+MD.88	
	N°1 Vibrovaglio composto da:		BI.S.V.600/1S	
		Fascia superiore paraspruzzo con bocca di scarico scarto tonda D.120		
		Anello porta rete a doppia gola con rete da 50 micron e relativi anelli di tensionatura		
		Aletta di aiuto scarico con guarnizione in silicone regolabile in altezza		
		Guarnizione a "V" in silicone alimentare certificato FDA		
		Anello serraggio fascia con chiusura rapida in acciaio zincato		
		Fondo a spessore con flangia attacco motore e bocca scarico prodotto finito		
		Motovibratore elettrico da kW 0,42 Volt 230/400, Hz 50, 3000 RPM		
		N°4 Molle in acciaio armonico zincato		
		N°8 Tamponi guida molla in NBR		
		N°1 flangia portamolle in acciaio zincato		
	Pompa vascata composta da		MD 88	
		Vaschetta di raccolta in acciaio inox 304		
		Motore elettrico trifase kW 0.75, HP 1, V230/400,		

		Hz 50,, 1450 RPM		
		Supporto motore in alluminio con doppio cuscinetto di guida e tenuta in viton		
		Tubo distanziatore in acciaio inox		
		Carcassa pompe MD.88 alto spessore in acciaio inox aisi 304		
		Girante in hytrel		
		Coperchio in acciaio zincato rivestito in gomma antiabrasiva		
		Struttura carrellata in tubolare inox con quattro ruote di dimensioni 150 mm di nylon poliuretano		
		N°2 interruttori magnetotermici marcia arresto vaglio pompa		

UNITA' DI STOCCAGGIO

DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE/MODELLO	CARATTERISTICHE
Serbatoio	CO 1000	Capacità di stoccaggio: 940 litri

UNITA' DI LAVORAZIONE DEL POMODORO

DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE/MODELLO	CARATTERISTICHE
Passatrice per pomodoro	N3 EL 9008 N	70-140 kg/h di produzione 400 w di potenza

UNITA' DI ESSICCAZIONE

DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE/MODELLO	CARATTERISTICHE
N°1 armadio essiccatore		
N°20 vassoi		120 x 60 cm

N°1 riscaldatore portatile		LOR 2 FE	
UNITA' DI ESTRAZIONE			
N°1 estrattore Naviglio composto da		EXNA 0005	
	N° 1 Telaio	/	In acciaio inox AISI 304 comprensivo di lamiera lucide con relative chiusure di fissaggio, di ruote e maniglie per la movimentazione e di tutto ciò che serve per il montaggio dei vari componenti. Tutte le saldature sono state trattate e tutte le lamiere sono state pulite con prodotti idonei al settore alimentare.
	Complesso circuito composto da:	/	Realizzato in acciaio inox AISI 304-316
	N° 1 serbatoio	/	Lucidato interno ed esterno, in acciaio inox AISI 304L completa di coperchio con guarnizione (\varnothing 6 mm) e di raccordi di collegamento secondo norma DIN 11851 e relative guarnizioni in silicone. Volume a vuoto circa 5 litri.
	N° 1 pistone pneumatico per strizzazione	/	Stelo inox, guarnizioni di tenuta stelo in EPDM FDA completo di raccordi di regolazione di velocità. Corsa utile della strizzazione 230 mm.
	N° 1 pistone di compressione	mod. 750 NEW	Realizzato, nella parte a contatto con il fluido, in acciaio inox AISI 304L e guarnizioni a labbro in PE. Il pistone è completo di raccordi di collegamento a norma DIN 11851 e relative guarnizioni in silicone. Per la parte pneumatica di comando il pistone è completo di scarichi rapidi dell'aria.
	N° 1 circuito di collegamento	/	In acciaio inox AISI 304L con saldature senza apporto di materiale e lucidate. Raccordi secondo norma DIN 11851 e relative guarnizioni in silicone.
	N° 2 valvole di ritegno	/	In acciaio inox AISI 316L con guarnizioni in EPDM e raccordi secondo norma DIN 11851 e guarnizioni in silicone
	N° 2 valvole ad azionamento	/	Per l'intercettazione del liquido, in acciaio inox AISI 304 da massello, lucidate interno

		pneumatico DN 15		ed esterno, e con tenute in PTFE. I raccordi di collegamento sono secondo norma DIN 11851.
		N° 1 valvola ad azionamento pneumatico da ¼"	/	Per l'intercettazione dello sfiato dell'aria, in acciaio inox AISI 316 e tenute in PTFE. I raccordi di collegamento sono in copolimero acetico secondo norma FDA.
		N° 1 valvola ad azionamento pneumatico da 3/8"	/	Per l'intercettazione del liquido in ingresso dalla pompa, in acciaio inox AISI 304 da massello e tenute in PTFE, lucidata interno ed esterno. I raccordi di collegamento sono in copolimero acetico secondo norma FDA.
		N° 1 circuito di sfiato aria	/	Realizzato con tubo PTFE FDA e raccordi istantanei in copolimero acetico secondo norma FDA.
		N° 1 pressostato digitale	/	Per il controllo e la retroazione della pressione di lavoro del circuito, attacco di processo d'acciaio inox AISI 316. Grado di protezione elettrico IP65.
		N° 1 Pompa ad azionamento pneumatico	/	Per il carico del liquido all'interno del circuito estrattivo. La pompa è realizzata in polipropilene e guarnizioni in WILFLEX. Il collegamento al serbatoio è realizzato con tubo flessibile e raccordi istantanei in copolimero acetico a norma FDA.
		N° 1 Isola elettrovalvole	/	Per il comando delle varie funzioni automatiche dell'apparecchio. Il gruppo garantisce un grado di protezione elettrico pari a IP65 (con l'ausilio del suo connettore stagno). Gli azionamenti elettrici delle elettrovalvole sono in 24 Vdc a basso assorbimento (≤ 1 Watt) e le connessioni pneumatiche sono ad innesto automatico \varnothing 6 mm.
		N° 1 Elettrovalvola	/	In acciaio inox, senza lubrificazione, per lo scarico in pressione del serbatoio. L'azionamento della valvola è in 24 Vdc con grado di protezione elettrico IP65. L'alimentazione di tale valvola viene effettuata con un regolatore di pressione miniaturizzato.

	N° 1 Gruppo di trattamento dell'aria da 3/8"	/	Riunito in un'unica soluzione . Il gruppo è composto da un filtro 5 micron con scarico semiautomatico, da un filtro depuratore, da un regolatore di pressione completo di manometro da un pressostato con grado di protezione elettrico IP55.
	N° 1 collegamento pneumatico	/	Collegamento dei vari elementi effettuato con tubazioni flessibili in PU C98 e raccordi automatici ad innesto.
	N° 1 Collegamento pneumatico	/	Per alimentazione aria compressa.
	N° 1 Collegamento	/	Per alimentazione azoto per svuotamento.
	N° 1 tubo flessibile	/	Per lo scarico del circuito.
	N° 1 tubo flessibile	/	Per l'aspirazione del liquido con pompa.
	N° 1 Quadro elettrico	/	Il quadro elettrico di comando delle apparecchiature elettriche installate realizzato secondo le normative UNI EN 60 204/1 – Normativa dei quadri a bordo macchina. Il grado elettrico è realizzato con un grado di protezione pari a IP55. Al suo interno è montato: un controllore a logica programmabile (PLC) Siemens modello S7 serie 200, dispositivi di protezione di sovratensione e cortocircuito, interruttore/sezionatore blocco porta. A fronte quadro è montato un pannello modello TOUCH SCREEN per la parametrizzazione della macchina e per la gestione delle varie funzioni con relative segnalazioni e un pulsante a fungo per l'arresto d'emergenza. La tensione del circuito ausiliario è 24 Vdc.
	N° 2 sacchetti filtranti	/	Maglia pari a 50 µm, da utilizzare all'interno del serbatoio.



Progetto BioColor "produzione ed estrazione di coloranti naturali da
residui della produzione del pomodoro e colture cellulari fotosintetiche"
www.biocolor.it - info@biocolor.it

Programma
di Sviluppo
Rurale PSR
Sicilia 2007-2013
Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo
Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SICILIANA
ASSESSORATO REGIONALE
DELLE RISORSE AGRICOLE
E ALIMENTARI



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE
ALIMENTARI E FORESTALI



UNIONE EUROPEA
FEASR

Progetto BioColor CUP G66D11000470009 Finanziato con le risorse del PSR 2007/2013
Misura 124 Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore agricolo, alimentare, forestale.

