

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL PIEMONTE ORIENTALE

“AMEDEO AVOGADRO”

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEL FARMACO

Corso di Laurea Magistrale in Chimica e Tecnologia Farmaceutiche

TESI DI LAUREA

Liofilizzazione in contenitore primario: effetti della chiusura elastomerica nella fase di essiccamento primario

Relatore

Prof.ssa Morel Silvia

Candidato

Sarto Giada

Correlatori

Prof. Pattarino Franco

Prof. Rinaldi Maurizio

Anno Accademico 2024-2025

Sessione straordinaria

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
1.1. LIOFILIZZAZIONE: PRINCIPI E FASI DEL PROCESSO	1
1.2. SISTEMI DI CHIUSURA ELASTOMERICI NEI PRODOTTI LIOFILIZZATI	2
1.3. IL TAPPO E IL PROCESSO DI LIOFILIZZAZIONE.....	3
2. SCOPO DEL LAVORO	7
3. MATERIALI E APPARECCHIATURE.....	8
4. METODI	9
4.1. PREPARAZIONE DEL PROCESSO	9
4.2. PREPARAZIONE DEI CAMPIONI	10
4.3. PROCESSO DI LIOFILIZZAZIONE.....	10
4.4. DETERMINAZIONE DELLA PACKING DENSITY E POSIZIONE DEI VIAL	13
<i>Vials laterali interni</i>	14
<i>Vials centrali</i>	15
<i>Vials negli angoli</i>	15
<i>Vials laterali esterni</i>	16
<i>Vials frontali e posteriori</i>	16
4.5. ANALISI STATISTICA DEI DATI	16
5. RISULTATI E DISCUSSIONE	19
5.1. TAPPO 1-LEG	20
5.2. TAPPO 2-LEG	21
5.3. TAPPO 4-LEG	23
5.4. ANALISI DI REGRESSIONE.....	25
6. CONCLUSIONI.....	32
7. BIBLIOGRAFIA	34
8. APPENDICE	35
<i>Tempo 1 ora</i>	35
<i>Tempo 2 ore</i>	39
<i>Tempo 4 ore e repliche</i>	43
<i>Tempo 6 ore</i>	50
<i>Tempo 10 ore</i>	54
<i>Tempo 15 ore</i>	58
9. RINGRAZIAMENTI	62

1. INTRODUZIONE

1.1. Liofilizzazione: principi e fasi del processo

La liofilizzazione è un processo tecnologico utilizzato per asportare un solvente, generalmente acqua, da una sospensione o soluzione mediante sublimazione, ottenendo un prodotto secco, stabile e facilmente ricostituibile. Le caratteristiche del prodotto sono tali grazie alla matrice porosa ottenuta dalla rimozione dei cristalli di ghiaccio formati al momento del congelamento.

La liofilizzazione si articola dunque in tre fasi principali: congelamento, essiccamento primario ed essiccamento secondario. Nella prima fase la soluzione (o sospensione) viene raffreddata al di sotto del punto eutettico per ottenere la solidificazione completa del sistema, in questo caso otterremo i cristalli di solvente (ghiaccio) indispensabili per il corretto proseguimento del processo.

Durante questa fase si può aggiungere un passaggio strategico: l'annealing del prodotto (o rinvenimento). Si tratta di un'operazione in cui il campione congelato viene temporaneamente riscaldato a una temperatura specifica (superiore a quella di congelamento iniziale ma inferiore a quella di fusione) per poi essere riportato a una temperatura di congelamento completo. Questo apporto di calore permette ai cristalli di ghiaccio più piccoli e disordinati di ricristallizzare in cristalli più grandi e uniformi. Ciò comporta una diminuzione della resistenza del prodotto al flusso di vapore acqueo, riducendo potenzialmente i tempi di essiccamento nella fase successiva.

Al congelamento segue quindi l'essiccamento primario nel quale si applica il vuoto e si fornisce un apporto termico controllato. L'acqua sublima e viene allontanata sotto forma di vapore, rimuovendo così la maggior parte del solvente evitando il collasso della struttura solida.

Infine, viene effettuato l'essiccamento secondario, in cui la temperatura viene ulteriormente aumentata per favorire l'allontanamento dell'acqua legata (adsorbita) al solido residuo, riducendo l'umidità finale. Questa fase è anche definita desorbimento, poiché le molecole di solvente si liberano dai legami con il solido per passare allo stato di vapore.

Si ottiene così un prodotto finale solido e secco, caratterizzato da un'area superficiale molto elevata. La struttura porosa del solido ne permette la ricostituzione rapida a contatto con un solvente acquoso. Tali aspetti sono di fondamentale importanza in

ambito farmaceutico, dove è necessario garantire prodotti stabili ed esteticamente accettabili attraverso processi robusti, con fasi progettate su misura per ciascuna formulazione.

Gli spazi vuoti che si formano in seguito alla sublimazione permettono al solvente di penetrare e velocizzare la dissoluzione, come descritto dalla legge di Noyes-Witney (Eq. 1):

$$\frac{dM}{dt} = \frac{DA(C_s - C_b)}{h} \quad (\text{Eq. 1})$$

Dove:

C_s = concentrazione di saturazione

C_b = concentrazione attuale

h = spessore dello strato di diffusione

$\frac{dM}{dt}$ = velocità di dissoluzione

D = coefficiente di diffusione

A = area superficiale

Le caratteristiche del materiale da trattare determinano le condizioni operative del processo. I parametri fondamentali mantenuti sotto controllo sono: la temperatura delle piastre, la pressione all'interno della camera di liofilizzazione e la durata delle fasi. La scelta di valori appropriati per queste grandezze permette di ottimizzare il processo, garantendo indubbi vantaggi: la riduzione del dispendio energetico e dei tempi di ciclo, con conseguente aumento della produttività. Un ulteriore beneficio è rappresentato dalle eccellenti proprietà del prodotto finale; un essiccamento ottimale, infatti, un lungo periodo di validità (shelf-life), il mantenimento dell'attività della sostanza dopo la reidratazione del prodotto ed un aspetto fisico del liofilizzato conforme ai requisiti di commercializzazione.

1.2. Sistemi di chiusura elastomerici nei prodotti liofilizzati

La liofilizzazione può essere effettuata disponendo il materiale in vassoi o ripartendolo in flaconcini (vials). Sul collo del vial viene parzialmente applicato un tappo di chiusura

dalla forma particolare, dotato di feritoie che permettono la fuoriuscita del vapore generato durante le fasi di essiccamento primario e secondario.

Sul mercato sono disponibili diverse tipologie di chiusure:

- tappi “4-leg” presentano un corpo cilindrico con un foro interno e quattro incavature longitudinali disposte simmetricamente sulla superficie esterna.
- tappi “3-leg” possiedono un corpo cilindrico-troncoconico con tre aperture longitudinali simmetriche.
- “2-leg” presentano una geometria simile ai precedenti, ma con due sole aperture contrapposte.
- I tappi “1-leg” (denominati “igloo”) sono caratterizzati da una singola apertura nel corpo cilindrico-troncoconico.

Esistono inoltre chiusure prive di vie d’uscita, chiamate “penicillina” o “serum”, caratterizzate da un corpo troncoconico di altezza ridotta. Questi non possono essere impiegati per i prodotti liofilizzati, poiché impedirebbero totalmente la fuoriuscita del vapore durante il processo.

I tappi utilizzati per la liofilizzazione sono fatti di materiali elastomerici, solitamente polimeri del bromobutile o clorobutile: questi materiali essendo idrofobi non assorbono il solvente acquoso in forma di vapore generato durante il processo.

Al termine del processo di liofilizzazione, il flacone (vial) contenente il prodotto viene chiuso ermeticamente inserendo totalmente il corpo dei tappi all’interno del collo del vial. Questa operazione viene realizzata mediante un sistema di stoppering che equipaggia il liofilizzatore e che permette di avvicinare le piastre di riscaldamento su cui sono disposti i vial.

La chiusura ermetica nel liofilizzatore permette:

- La chiusura sottovuoto del contenitore o l’aggiunta di una atmosfera inerte al suo interno prima della chiusura: in questo modo il prodotto non è a contatto con l’ossigeno e si evitano quindi reazioni ossidative di degradazione;
- Di evitare contaminazioni chimiche o microbiologiche che possono verificarsi all’esterno del macchinario per contatto con l’atmosfera dell’ambiente.

1.3. Il tappo e il processo di liofilizzazione

Le informazioni presenti in letteratura riguardo il ruolo degli stoppers (tappi) nella liofilizzazione sono limitate. Tra queste, si annovera uno studio pubblicato sul PDA

Journal (A. Mugikar, 2010), relativo all'influenza della geometria del sistema di chiusura sul trasferimento di calore durante il processo. Lo studio ha previsto una serie di

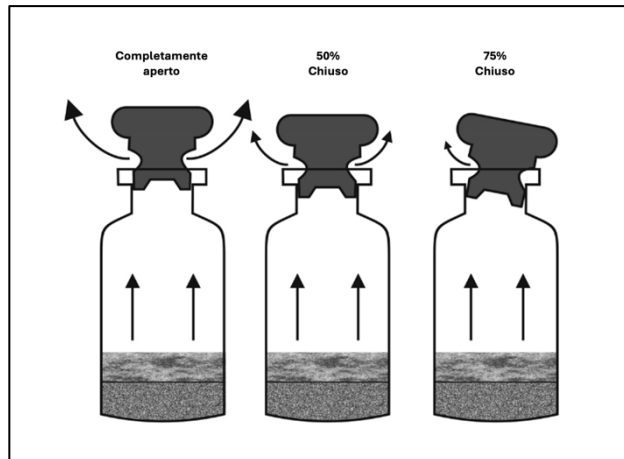


Figura 1: *posizionamento del tappo sui flaconi nel corso della liofilizzazione (liberamente tratto da "PDA Journal, 2010")*

esperimenti in cui il tappo è stato inserito nel collo dei flaconi a diversi livelli di profondità, in modo da ottenere differenti gradi di apertura del vial: completamente aperto, 50% chiuso, 75% chiuso (Fig. 1).

Gli autori hanno osservato che, con un'area di fuoriuscita del vapore pari o maggiore a 10 mm², una temperatura della piastra era 25 °C e una pressione della camera era di 200 milliTorr, i risultati erano analoghi tra le diverse configurazioni.

In tale studio sono stati selezionati tre diverse tipologie di tappo ("1-leg", "2-leg" e "3-leg") testate con le diverse modalità di chiusura sopra citate. I risultati hanno mostrato che la resistenza al flusso del vapore tra i diversi esperimenti era simile, indipendentemente dal tipo di tappo usato e dalla loro posizione nel collo del vial.

Per la sperimentazione è stata impiegata una soluzione acquosa di mannitolo (4% w/w) e la liofilizzazione è stata condotta fino a completamento, con una temperatura di congelamento di -45 °C e temperature di sublimazione di 0 °C o 25 °C, mantenendo la pressione a 200 ± 10 milliTorr. Tali parametri sono stati definiti sulla base di studi precedenti e dall'esperienza degli autori. Tuttavia, queste condizioni operative non si sono rivelate sufficientemente discriminanti per consentire un confronto efficace tra i tappi: i profili di trasferimento di massa sono risultati, infatti, molto simili tra le diverse configurazioni. In particolare, la scelta della pressione, della temperatura della piastra e della composizione della formulazione ha mascherato l'eventuale effetto dei sistemi di chiusura sul processo di sublimazione, non evidenziando differenze apprezzabili.

Un successivo studio, pubblicato sul JDDST (Anna Matejčíková, 2022), ha invece investigato l'effetto della disposizione spaziale e della posizione reciproca dei flaconcini sul vassoio rispetto alla quantità di acqua residua nel prodotto liofilizzato.

Come mostrato nella Fig. 2, i flaconcini disposti in configurazione esagonale sulla piastra presentavano un numero di vials adiacenti differenti a seconda della posizione.

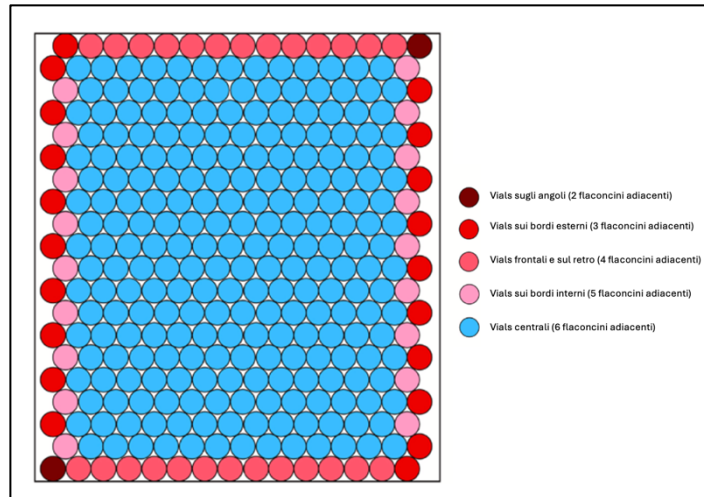


Figura 2: raggruppamento vials a seconda dei flaconcini vicini (liberamente tratto da "Journal of Drug Delivery Science and Technology", 2022)

I flaconcini posizionati lungo i bordi e agli angoli della piastra hanno fornito prodotti più secchi rispetto a quelli centrali (ovvero i flaconcini circondati da altri sei vials). È stato inoltre osservato che l'irraggiamento e il calore condotto dalle pareti e dal portello della camera del liofilizzatore influenzano significativamente il prodotto.

Sono stati condotti diversi esperimenti caricando 300 vials con acqua per preparazioni iniettabili, disposti in configurazione esagonale sulla piastra centrale del liofilizzatore. La temperatura di congelamento è stata impostata a -45 °C, mentre per la sublimazione primaria (unico passaggio analizzato nello studio) è stata utilizzata una temperatura incrementale di 5 °C per ogni esperimento, in un intervallo compreso tra -25 °C a 25 °C. La pressione utilizzata è stata 0,25 mbar per tutti le prove.

L'assunto fondamentale dello studio condotto è che all'aumentare del numero di vials adiacenti al flaconcino monitorato, diminuisce la quantità di calore disponibile per la sublimazione. Di conseguenza, minore è la packing density (densità di carico), più rapida risulta la fase di sublimazione. Tale parametro è critico per garantire stabilità strutturale del liofilizzato e, nello studio citato, è stato calcolato mediante l'equazione 2.

$$\phi = \frac{A(\text{vials vicini})}{A(\text{vial monitorato})} \quad (\text{Eq. 2})$$

Dove per “A (vial monitorato)” equivale al rapporto tra π e il quadrato del diametro del flaconcino preso in esame e “A (vials vicini)” corrisponde alla superficie occupata dai flaconcini adiacenti al suddetto.

Un ulteriore studio presente in letteratura (Blaz Kamenik, 2022), oltre a sviluppare e validare un modello di liofilizzazione Computational Fluid Dynamics (CFD-0D) per la simulazione numerica del flusso all’interno del flaconcino, offre un’analisi approfondita dell’interazione tra il flusso di vapore generato dalla sublimazione e le corrispondenti condizioni di pressione di vapore all’interno dello spazio di scarico di un flaconcino parzialmente chiuso.

In questa ricerca sono stati condotti diversi esperimenti utilizzando 37 vials (di tipo 6R e 4R) posizionati in modo esagonale al centro della piastra utilizzata e parzialmente chiusi da uno stopper in gomma. Sono stati impiegati 4 g di acqua distillata e le condizioni operative sono state suddivise in tre tipologie: un ciclo standard a pressione 6,3 Pa e -20 °C, e gli altri due cicli sono stati condotti con condizioni “aggressive” con una pressione di 13,5 e 21,3 Pa e una temperatura di +15 °C.

È stata monitorata esclusivamente la prima ora di processo a partire dal raggiungimento della pressione di regime, poiché l’obiettivo era individuare le condizioni di essiccamento in stato stazionario, raggiunto (come evidenziato dai dati) dopo circa 30 minuti indipendentemente dai parametri del ciclo. I risultati mostrano inoltre che la geometria del vial influenza la velocità di allontanamento del vapore: la resistenza al flusso è maggiore nei flaconcini di tipo 4R (caratterizzati da un collo più stretto). Ciò implica che una maggiore restrizione al cammino del vapore riduce proporzionalmente la velocità di sublimazione.

2. SCOPO DEL LAVORO

Alla luce della limitata disponibilità di dati e informazioni riguardanti l'influenza della geometria dei sistemi di chiusura sul processo di liofilizzazione, si è valutata la cinetica di sublimazione con i diversi tipi di tappo a disposizione in condizioni di stato stazionario. A tale scopo sono state selezionate tre tipologie di stoppers: 4-leg ottenuti da un produttore ignoto, e due modelli 2-leg e igloo (1-leg), entrambi rivestiti con materiale idrofobo e prodotti dall'azienda DATWYLER.

In questo lavoro sono stati eseguiti diversi cicli di liofilizzazione interrompendo l'essiccamento primario a tempi diversi per valutare la cinetica di sublimazione per ogni tipologia di chiusura. Tutti gli esperimenti sono stati condotti mantenendo costanti le condizioni operative.

La velocità di sublimazione determinata in ciascun esperimento è stata correlata a diversi parametri del processo, quali la disposizione dei flaconcini sul vassoio, la loro posizione reciproca e la velocità di flusso del vapore acqueo attraverso le aperture del tappo. Questo ultimo parametro è stato valutato sulle caratteristiche di flusso di materiali solidi e/o liquidi, poiché non è possibile misurare la velocità di flusso del vapore generato durante i cicli di liofilizzazione. L'analisi di correlazione è stata condotta mediante un approccio basato su reti neurali al fine di ricavare un modello matematico di tipo empirico. L'obiettivo della tesi è quindi analizzare e confrontare la cinetica della sublimazione in funzione della tipologia di chiusura dei vials, valutando come le caratteristiche geometriche e strutturali dei tappi influenzino l'efficienza complessiva del processo di liofilizzazione. La modellizzazione ottenuta consente di correlare la velocità di sublimazione ai parametri fisico-meccanici considerati, fornendo così uno strumento predittivo utile all'ottimizzazione del processo e alla selezione del sistema di chiusura più idoneo alle specifiche esigenze applicative.

3. MATERIALI E APPARECCHIATURE

- Acqua deionizzata
- Stopper elastomerico 4-leg non rivestito, Fig. 3
- Stopper elastomerico DATWYLER 2-leg con rivestimento idrofobo, Fig. 3
- Stopper elastomerico DATWYLER 1-leg con rivestimento idrofobo, Fig. 3
- Vials in vetro, tipologia 6R, Fig. 4
- **Bilancia analitica:** PRECISA, modello XB 220A
- **Liofilizzatore:** MARTIN CHRIST, modello epsilon 2-6D LSC plus, Fig. 5
- **Stufa:** JERMAKS, modello TS 8136
- Pipetta automatica con capacità 1 mL



Figura 3: tipologie di stoppers utilizzati negli esperimenti



Figura 4: tipologia di vial utilizzato negli esperimenti



Figura 5: liofilizzatore utilizzato per gli esperimenti

4. METODI

4.1. Preparazione del processo

In questo lavoro è stata impiegata un'unica tipologia di contenitore: un flaconcino in vetro trasparente di modello 6R, con una capacità totale di 5 mL.

Il materiale sottoposto a liofilizzazione era acqua deionizzata e in ogni vial sono stati introdotti 2 mL del liquido.

Il materiale sottoposto a liofilizzazione è costituito da acqua deionizzata, ripartita in volumi da 2 mL per ciascun vial. In ogni sessione sperimentale sono stati utilizzati 135 flaconcini, disposti sul vassoio secondo un assetto esagonale (come illustrato in Fig. 6); tale configurazione ha permesso di ottimizzare l'occupazione dello spazio disponibile sulla piastra del liofilizzatore.

Al fine di garantire la tracciabilità dei dati, è stato fondamentale identificare i flaconcini in base alla loro posizione specifica: ogni riga della piastra è

stata contrassegnata con una lettera (da A a Q), mentre ogni colonna è stata numerata (da 1 a 9). In questo modo, ogni vial è stato identificato univocamente mediante una sigla alfanumerica, come mostrato nella mappa di campionamento in Fig. 6.

Sul collo di ogni flaconcino è stato parzialmente inserito un tappo per liofilizzazione in elastomero bromobutilico di forma diversa, in particolare:

1. Tappo tipo "igloo", anche chiamato "1-leg": prodotto dall'azienda DATWYLER, è caratterizzato da un corpo cilindrico cavo con una singola apertura laterale.
2. Tappo tipo "2-leg": anch'esso fornito da DATWYLER, presenta un corpo cilindrico cavo dotato di due aperture disposte simmetricamente.
3. Tappo tipo "4-leg": questa tipologia di chiusura, di produttore non noto, presenta un corpo cilindrico con un foro centrale e quattro incavi longitudinali disposti simmetricamente sulla superficie esterna.

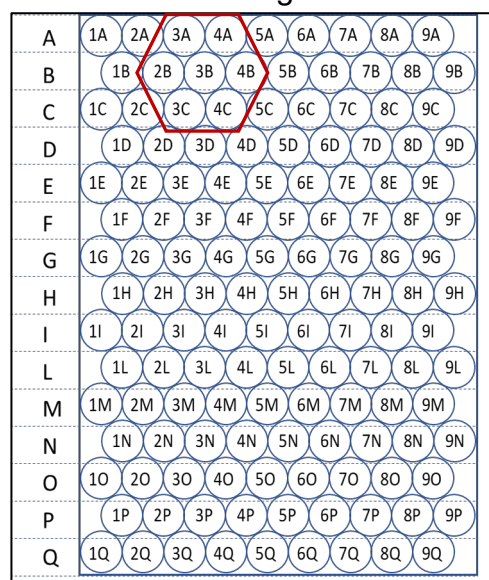


Figura 6: identificazione dei flaconi: assetto esagonale



4.2. Preparazione dei campioni

La preparazione dei campioni è stata effettuata secondo la seguente procedura (Fig. 7):

1. Fase 1: determinazione del peso del tappo secco mediante bilancia analitica;
2. Fase 2: il vial e il corrispondente tappo sono stati inseriti nella bilancia analitica per determinare la tara del contenitore;
3. Fase 3: è stato determinato il peso del liquido introdotto mediante una pipetta automatica graduata manuale, sono stati introdotti 2 g di acqua deionizzata.

Tutti i valori di peso sono stati registrati.



Figura 7: preparazione dei campioni

L'operazione di preparazione del campione è stata ripetuta per ognuno dei 135 campioni previsti per il riempimento di una piastra da liofilizzazione; i campioni così preparati sono stati caricati nel liofilizzatore MARTIN CHRIST modello epsilon 2-6D LSC plus per effettuare il ciclo sperimentale previsto.

4.3. Processo di liofilizzazione

In ogni esperimento è stato utilizzato un programma di liofilizzazione incompleto, cioè che non prevedeva l'essiccamento secondario. La fase di essiccamento primario è stata protratta per tempi diversi per ogni ciclo di liofilizzazione (1, 2, 4, 6, 10 e 15 ore).

Il programma, così come delineato in tabella (Tab. 1), prevedeva il congelamento che poteva durare almeno quattro ore ad una temperatura costante di $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Durante il congelamento è stata aggiunta una fase di annealing di quaranta minuti che prevedeva un incremento rapido della temperatura a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e un successivo rapido raffreddamento alla temperatura di congelamento. Infine, durante il processo di essiccamento primario la pressione è stata mantenuta costante a $0,08\text{ mBar}$ e la temperatura a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, il tempo di essiccamento primario è stato di 1, 2, 4, 6, 10 e 15 ore.

Tabella 1: condizioni operative di liofilizzazione

STEP	Tempo [hh:m T° ripiano	Pressione
Loading	00:00 -	-
Freezing	* -20	-
Annealing	00:20 -10	-
Annealing	00:20 -20	-
Freezing	10:00 -20	-
Sublimation	00:10 -20	0,08 mbar
Sublimation	** -20	0,08 mbar

* tempo di congelamento di almeno quattro ore

** tempo di essiccamento primario di 1, 2, 4, 6, 10 e 15 ore

Sul portello del liofilizzatore è stato applicato uno schermo per impedire che le radiazioni luminose dell'ambiente esterno determinassero delle fluttuazioni nel corso degli esperimenti.

Al termine del processo i flaconcini sono stati sigillati mediante l'accessorio di "stoppering": questo accessorio consente di far entrare nel collo del contenitore il tappo avvicinando le piastre dell'apparecchio e di sigillare ermeticamente il flaconcino. Per questo motivo utilizzando il sistema di stoppering (in questo caso manuale) è possibile avvicinare tra di loro le piastre in modo tale che esse con il peso applicato spingono i tappi all'interno del collo dei vials chiudendoli ermeticamente e sottovuoto.

Dopo la chiusura ermetica è stato effettuato il bilanciamento barico all'interno della camera.

I cicli di liofilizzazione per i tempi di sublimazione previsti sono stati effettuati in modo identico con campioni la cui chiusura era tappo 1-leg, tappo 2-leg, tappo 4-leg.

Al fine di valutare la riproducibilità e l'affidabilità del processo il ciclo di liofilizzazione per ciascuna tipologia di chiusura con tempo di sublimazione di quattro ore è stato replicato.

Infine, per valutare la riproducibilità dei dati sperimentali e l'affidabilità del processo di liofilizzazione, è stata condotta una serie di prove utilizzando contemporaneamente tutte e tre le tipologie di stopper su una singola piastra di liofilizzazione.

Questo metodo prevede una suddivisione in numero uguale dei diversi tipi di tappo ed è stata ricavata la disposizione dei singoli campioni.

Per garantire a ogni tipologia di chiusura la medesima probabilità di occupare le diverse posizioni critiche sulla piastra (centrali, angolari e

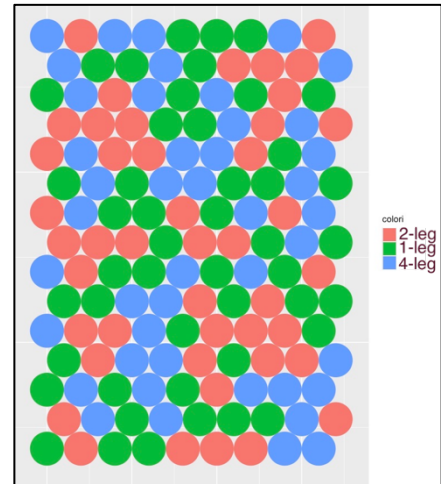


Figura 8: disposizione dei campioni con tappi diversi nella liofilizzazione "multi"

perimetrali), è stata applicata una randomizzazione statistica tramite l'applicativo R. Il software ha generato un plot (Fig. 8) utilizzato come schema per la disposizione dei campioni in questo esperimento.

In tale configurazione, i diversi tappi sono stati distribuiti in modo uniforme per minimizzare l'influenza di eventuali gradienti termici o pressori all'interno della camera del liofilizzatore. La preparazione della strumentazione e la sequenza operativa sono state mantenute identiche a quanto descritto in precedenza, limitando la fase di sublimazione a quattro ore. Anche per questa serie di prove, sono stati adottati i medesimi protocolli di preparazione dei campioni e di analisi dei dati.

I cicli sperimentali eseguiti sono riassunti nella seguente tabella (Tab. 2).

Tabella 2: liofilizzazioni condotte con i diversi tempi di sublimazione e tipologie di tappo

	1 h	2h	4h	6h	10h	15h
FD – 1leg	x	x	x x	x	x	x
FD – 2leg	x	x	x x	x	x	x
FD – 4leg	x	x	x x	x	x	x
FD - Multi			x			

FD = Freezing-Drying associato al tipo di tappo

Multi = esperimento condotto con tutte le tipologie di tappo

I 135 vial di ogni ciclo di liofilizzazione e il liquido residuo sono stati pesati e il peso corrispondente è stato registrato, questi valori di peso sono stati uniti ai valori di peso

registrati durante la preparazione dei campioni precedenti al ciclo sperimentale di liofilizzazione corrispondente.

I valori di massa registrati per ogni singolo campione in ciascun esperimento sono stati raccolti e organizzati in tabelle mediante l'applicativo Excel. L'utilizzo del software ha permesso di calcolare per differenza il peso residuo dell'acqua nei flaconcini e il corrispondente valore di acqua sublimata.

Per ogni set di dati è stata verificata la presenza di outliers (valori anomali) attraverso il test di Dixon. Tale test prevede l'ordinamento dei dati in serie crescente e la successiva analisi dei valori estremi (minimo e massimo). Il parametro sperimentale Q è stato calcolato impiegando l'equazione 3:

$$Q = \frac{\text{distanza tra il valore esaminato e il più vicino}}{\text{range totale dei dati}} \quad (\text{Eq. 3})$$

Il valore Q ottenuto è stato confrontato con il corrispondente valore critico tabulato; qualora il valore calcolato risulti superiore a quello critico, il dato viene considerato statisticamente anomalo e, pertanto, escluso dalle elaborazioni successive.

In seguito, sono stati individuati i valori minimi e massimi di acqua sublimata per ogni sessione; sono state inoltre calcolate la media, la deviazione standard (SD) e la deviazione standard relativa percentuale (RSD%), impiegando l'equazione 4:

$$\%RSD = \frac{SD}{\text{Media}} \times 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

Dove "SD" è la deviazione standard calcolata per il relativo dataset.

4.4. Determinazione della Packing Density e posizione dei vial

Seguendo l'approccio proposto da Matejčíková et al. (2022) nel Journal of Drug Delivery Science and Technology, i 135 vials sono stati suddivisi in cinque gruppi distinti in funzione della posizione occupata sulla piastra e della densità di flaconcini adiacenti.

Per determinare un valore preciso di Packing Density, è stata considerata la configurazione geometrica di due vials limitrofi e l'area monitorata associata a uno di essi (Fig. 9). L'area (A_1) è stata determinata con l'equazione riportata (Eq. 5), derivata

dalla combinazione di settori circolari e della sottrazione dell'area del quadrilatero centrale evidenziato in blu in figura (Fig. 9).

$$A_1 = A(\text{zona rossa}) + A(\text{zona gialla}) = A(\text{settori circolari}) - A(\text{quadrilatero blu}) \quad (5)$$

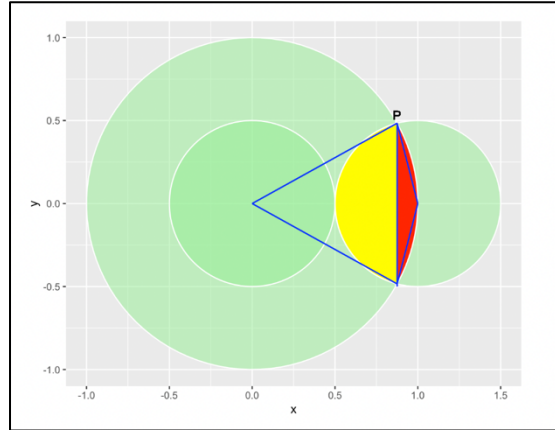
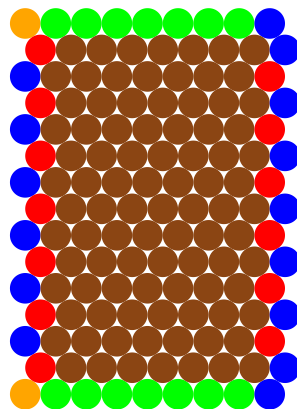


Figura 9: rappresentazione dell'area monitorata per il calcolo del Packing Density

Come illustrato in Figura 10), i gruppi individuati in base alla prossimità con altri flaconcini sono cinque:



Gruppo	PD
1. Vial centrale	0,670
2. Vial laterali interni	0,558
3. Vial ai vertici	0,352
4. Vial laterali esterni	0,416
5. Vial retro e davanti	0,555

Figura 10: mappatura dei diversi gruppi in base al packing density (PD)

Vials laterali interni

I campioni (indicati in rosso) sono collocati lungo i lati destro e sinistro della piastra. A causa della disposizione esagonale, risultano leggermente più interni rispetto ai vials posti sul bordo estremo. Ciascun flaconcino presenta cinque vicini adiacenti. Il relativo Packing Density è stato calcolato tramite l'equazione 6:

$$PD = n \frac{A_1}{\pi} \quad (\text{Eq. 6})$$

Dove n è il numero di vial che lo circondano.

Vials centrali

I campioni (indicati in marrone) sono posizionati nella regione centrale della piastra e presentano sei *vials* adiacenti (configurazione di massimo impacchettamento). Il valore di Packing Density è stato calcolato con la medesima equazione (Eq. 6).

Vials negli angoli

I campioni (indicati in arancione) sono situati ai quattro vertici della piastra e presentano solo due *vials* adiacenti. In questo caso, il Packing Density è stato determinato considerando l'area (A_2) del settore delimitato dai segmenti indicati in Figura 11 (Eq. 7):

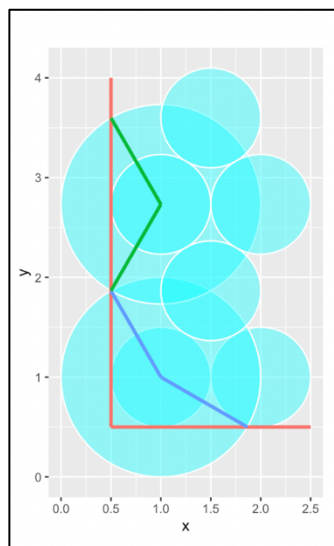


Figura 11: calcolo area presa in esame per il calcolo del packing density dei vial agli angoli

$$A_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{5}{12} \cdot \pi \quad (\text{Eq. 7})$$

Successivamente si è calcolata l'area del disco (A) con l'equazione 8:

$$A = A_2 + \frac{5}{12} \pi \quad (\text{Eq. 8})$$

La quale riportata nell'equazione 9 determina il packing density:

$$PD_{corner} = \frac{2A_2}{A} \quad (\text{Eq. 9})$$

Vials laterali esterni

I campioni (indicati in blu) sono situati lungo i bordi laterali della piastra e presentano tre vials adiacenti. Il calcolo del Packing Density è stato effettuato impiegando l'equazione 10:

$$PD = \frac{3 A_1}{2\pi + \sqrt{3}/4} \quad (\text{Eq. 10})$$

Vials frontali e posteriori

I campioni (indicati in verde) sono orientati verso il portello (apertura) o verso la parete di fondo della camera di liofilizzazione; essi presentano quattro vials adiacenti. Il calcolo Packing Density ha seguito l'equazione 11:

$$PD = \frac{4 A_1}{2\pi + \sqrt{3}/4} \quad (\text{Eq. 11})$$

Al termine di ciascun ciclo, i valori di acqua sublimata sono stati raggruppati in classi omogenee. Per ogni gruppo ed esperimento è stato generato un profilo di sublimazione mediante l'applicativo R, al fine di analizzare e confrontare il comportamento cinetico tra i singoli flaconcini.

Ai fini dello sviluppo di un modello statistico predittivo, sono state considerate come variabili indipendenti la posizione di ciascun vial sulla piastra di liofilizzazione e la distanza radiale dal centro della piastra. A partire dalle coordinate spaziali del vial rispetto al sistema di riferimento della piastra (c_x ; c_y), sono state determinate le distanze longitudinale e latitudinale, nonché il raggio radiale effettivo. Per ogni singolo contenitore presente sulla piastra viene rappresentato mediante coordinate spaziali ricavate usando come riferimento il contenitore che si trova nel vertice sinistro posteriore (vial 1 A).

Per ciascun vial la posizione così definita è stata inoltre correlata al valore di packing density misurato previamente. Il dataset finale è stato organizzato in forma tabellare includendo: identificativo del vial, coordinate spaziali (c_x ; c_y), raggio e valore di packing density, come riportato in tabella 3 (Tab.3).

4.5. Analisi statistica dei dati

Per descrivere la cinetica di sublimazione, nel presente lavoro la quantità di acqua sublimata è stata correlata al tempo impiegando un modello matematico bimodale (Eq. 12).

$$acqua\ sublimata(t) = \begin{cases} \beta t & se\ t \leq \tau \\ 2 - (2 - \beta\tau)e^{-k(t-\tau)} & se\ t \geq \tau \end{cases} \quad (Eq. 12)$$

Il modello assume che, per tempi inferiori a un valore soglia τ , il processo segua una crescita lineare con pendenza β . Per tempi superiori a τ , il modello evolve verso una saturazione esponenziale negativa dove l'acqua sublimata tende asintoticamente al valore massimo pari a 2 mL (corrispondente al volume iniziale di acqua introdotto nei vial); la velocità di avvicinamento all'asintoto è governata dal parametro κ .

I parametri del modello sono stati stimati separatamente per ciascuna combinazione di tipologia di chiusura e gruppo di packing density mediante regressione non lineare (non-linear least squares fit), utilizzando l'ambiente statistico R. Questo approccio ha consentito di descrivere l'evoluzione del fenomeno in modo più accurato rispetto all'impiego di un unico modello lineare.

I dati sperimentali sono stati ulteriormente elaborati per modellare la relazione tra la quantità di acqua sublimata e un insieme di variabili esplicative. In particolare, sono state considerate: il tempo di processo, la posizione del contenitore sulla piastra del liofilizzatore espressa tramite coordinate spaziali continue (cx, cy; cfr. Tabella 3), una suddivisione discreta in zone definita come variabile categorica coerente con la Packing Density, la tipologia di tappo codificata come A, B e C, corrispondenti rispettivamente a chiusure elastomeriche 1-leg, 2-leg e 4-leg.

Per l'analisi è stato adottato un modello costruito utilizzando un approccio di machine learning basato su Random Forest (Breiman, 2001), implementato in ambiente statistico R mediante pacchetto caret (Kuhn, 2008). Tale scelta è giustificata dalla capacità del metodo di catturare relazioni non lineari e interazioni di ordine elevato tra le variabili, senza imporre assunzioni parametriche sulla forma funzionali.

L'utilizzo delle coordinate spaziali (cx, cy) e della variabile zonale consente di confrontare due livelli di rappresentazione dello spazio: continuo (per l'identificazione di eterogeneità) e aggregato (per una sintesi interpretabile su scala discreta).

Il modello è stato addestrato mediante validazione incrociata k-fold, al fine di ottenere una stima non distorta della performance predittiva e limitare fenomeno di overfitting.

L'intero workflow analitico, comprensivo di preprocessing, modellazione e valutazione, è stato implementato nel pacchetto in fase di sviluppo "lyostopperR", garantendo riproducibilità e tracciabilità dei risultati.

Tabella 3: Tabella con riferimento a coordinate e posizione dei singoli vial

posizione	cx	cy	packing density	colore	posizione	cx	cy	packing density	colore	posizione	cx	cy	packing density	colore
1A	0	0	0,352173607	arancione	1F	0	19,0525589	0,416355377	blue	1M	0,5	9,52627944	0,558262398	rosso
2A	1	0	0,555140503	verde	2F	1	19,0525589	0,669914878	marrone	2M	1,5	9,52627944	0,669914878	marrone
3A	2	0	0,555140503	verde	3F	2	19,0525589	0,669914878	marrone	3M	2,5	9,52627944	0,669914878	marrone
4A	3	0	0,555140503	verde	4F	3	19,0525589	0,669914878	marrone	4M	3,5	9,52627944	0,669914878	marrone
5A	4	0	0,555140503	verde	5F	4	19,0525589	0,669914878	marrone	5M	4,5	9,52627944	0,669914878	marrone
6A	5	0	0,555140503	verde	6F	5	19,0525589	0,669914878	marrone	6M	5,5	9,52627944	0,669914878	marrone
7A	6	0	0,555140503	verde	7F	6	19,0525589	0,669914878	marrone	7M	6,5	9,52627944	0,669914878	marrone
8A	7	0	0,555140503	verde	8F	7	19,0525589	0,669914878	marrone	8M	7,5	9,52627944	0,669914878	marrone
9A	8	0	0,416355377	blue	9F	8	19,0525589	0,558262398	rosso	9M	8,5	9,52627944	0,416355377	blue
1B	0	3,8	0,416355377	blue	1G	0	22,8630707	0,416355377	blue	1N	0,5	13,3367912	0,558262398	rosso
2B	1	3,8	0,669914878	marrone	2G	1	22,8630707	0,669914878	marrone	2N	1,5	13,3367912	0,669914878	marrone
3B	2	3,8	0,669914878	marrone	3G	2	22,8630707	0,669914878	marrone	3N	2,5	13,3367912	0,669914878	marrone
4B	3	3,8	0,669914878	marrone	4G	3	22,8630707	0,669914878	marrone	4N	3,5	13,3367912	0,669914878	marrone
5B	4	3,8	0,669914878	marrone	5G	4	22,8630707	0,669914878	marrone	5N	4,5	13,3367912	0,669914878	marrone
6B	5	3,8	0,669914878	marrone	6G	5	22,8630707	0,669914878	marrone	6N	5,5	13,3367912	0,669914878	marrone
7B	6	3,8	0,669914878	marrone	7G	6	22,8630707	0,669914878	marrone	7N	6,5	13,3367912	0,669914878	marrone
8B	7	3,8	0,669914878	marrone	8G	7	22,8630707	0,669914878	marrone	8N	7,5	13,3367912	0,669914878	marrone
9B	8	3,8	0,558262398	rosso	9G	8	22,8630707	0,558262398	rosso	9N	8,5	13,3367912	0,416355377	blue
1C	0	7,6	0,416355377	blue	1H	0	26,6735824	0,352173607	arancione	1O	0,5	17,147303	0,558262398	rosso
2C	1	7,6	0,669914878	marrone	2H	1	26,6735824	0,555140503	verde	2O	1,5	17,147303	0,669914878	marrone
3C	2	7,6	0,669914878	marrone	3H	2	26,6735824	0,555140503	verde	3O	2,5	17,147303	0,669914878	marrone
4C	3	7,6	0,669914878	marrone	4H	3	26,6735824	0,555140503	verde	4O	3,5	17,147303	0,669914878	marrone
5C	4	7,6	0,669914878	marrone	5H	4	26,6735824	0,555140503	verde	5O	4,5	17,147303	0,669914878	marrone
6C	5	7,6	0,669914878	marrone	6H	5	26,6735824	0,555140503	verde	6O	5,5	17,147303	0,669914878	marrone
7C	6	7,6	0,669914878	marrone	7H	6	26,6735824	0,555140503	verde	7O	6,5	17,147303	0,669914878	marrone
8C	7	7,6	0,669914878	marrone	8H	7	26,6735824	0,555140503	verde	8O	7,5	17,147303	0,669914878	marrone
9C	8	7,6	0,558262398	rosso	9H	8	26,6735824	0,416355377	blue	9O	8,5	17,147303	0,416355377	blue
1D	0	11	0,416355377	blue	1I	0,5	1,90525589	0,558262398	rosso	1P	0,5	20,9578148	0,558262398	rosso
2D	1	11	0,669914878	marrone	2I	1,5	1,90525589	0,669914878	marrone	2P	1,5	20,9578148	0,669914878	marrone
3D	2	11	0,669914878	marrone	3I	2,5	1,90525589	0,669914878	marrone	3P	2,5	20,9578148	0,669914878	marrone
4D	3	11	0,669914878	marrone	4I	3,5	1,90525589	0,669914878	marrone	4P	3,5	20,9578148	0,669914878	marrone
5D	4	11	0,669914878	marrone	5I	4,5	1,90525589	0,669914878	marrone	5P	4,5	20,9578148	0,669914878	marrone
6D	5	11	0,669914878	marrone	6I	5,5	1,90525589	0,669914878	marrone	6P	5,5	20,9578148	0,669914878	marrone
7D	6	11	0,669914878	marrone	7I	6,5	1,90525589	0,669914878	marrone	7P	6,5	20,9578148	0,669914878	marrone
8D	7	11	0,669914878	marrone	8I	7,5	1,90525589	0,669914878	marrone	8P	7,5	20,9578148	0,669914878	marrone
9D	8	11	0,558262398	rosso	9I	8,5	1,90525589	0,416355377	blue	9P	8,5	20,9578148	0,416355377	blue
1E	0	15	0,416355377	blue	1L	0,5	5,71576766	0,558262398	rosso	1Q	0,5	24,7683265	0,558262398	rosso
2E	1	15	0,669914878	marrone	2L	1,5	5,71576766	0,669914878	marrone	2Q	1,5	24,7683265	0,669914878	marrone
3E	2	15	0,669914878	marrone	3L	2,5	5,71576766	0,669914878	marrone	3Q	2,5	24,7683265	0,669914878	marrone
4E	3	15	0,669914878	marrone	4L	3,5	5,71576766	0,669914878	marrone	4Q	3,5	24,7683265	0,669914878	marrone
5E	4	15	0,669914878	marrone	5L	4,5	5,71576766	0,669914878	marrone	5Q	4,5	24,7683265	0,669914878	marrone
6E	5	15	0,669914878	marrone	6L	5,5	5,71576766	0,669914878	marrone	6Q	5,5	24,7683265	0,669914878	marrone
7E	6	15	0,669914878	marrone	7L	6,5	5,71576766	0,669914878	marrone	7Q	6,5	24,7683265	0,669914878	marrone
8E	7	15	0,669914878	marrone	8L	7,5	5,71576766	0,669914878	marrone	8Q	7,5	24,7683265	0,669914878	marrone
9E	8	15	0,558262398	rosso	9L	8,5	5,71576766	0,416355377	blue	9Q	8,5	24,7683265	0,416355377	blue

I valori acquisiti durante tutti gli esperimenti condotti sono riportati in analoghe tabelle come materiale ausiliare nel capitolo “Appendice”.

5.1. Tappo 1-Leg

I valori medi di acqua sublimata aumentano nel tempo raggiungendo dopo le 15 ore un valore percentuale medio pari a 92,90%. Qui di seguito si riportano i parametri statistici (di tendenza centrale e di distribuzione) ottenute nelle liofilizzazioni utilizzando il tappo 1-leg.

Tabella 5: Liofilizzazione 1-Leg, un'ora di essiccamento primario

1L 1h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,776	0,229
SD	0,021	0,021
%RSD	1,18	9,02
MIN	1,710	0,200
MAX	1,810	0,299

Tabella 6: Liofilizzazione 1-Leg, due ore di essiccamento primario

1L 2h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,640	0,366
SD	0,044	0,044
%RSD	2,67	11,90
MIN	1,504	0,313
MAX	1,690	0,505

Tabella 7: Liofilizzazione 1-Leg, quattro ore di essiccamento primario

1L 4h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,328	0,678
SD	0,085	0,084
%RSD	6,38	12,47
MIN	1,030	0,554
MAX	1,457	0,979

Tabella 8: Liofilizzazione 1-Leg, quattro ore di essiccamento primario (replica)

1L 4h Replica	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,313	0,691
SD	0,103	0,103
%RSD	7,82	14,90
MIN	1,023	0,549
MAX	1,455	0,983

Gli esperimenti replicati nella liofilizzazione 1-leg hanno prodotto i risultati riportati nelle tabelle 7 e 8: i valori medi di acqua sublimata sono molto simili e la variabilità tra i due esperimenti è contenuta.

L'analisi mediante test T di Student ha fornito un valore di p pari a 0,394, superiore al livello di significatività selezionato ($p = 0,05$), indicando l'assenza di differenze statisticamente significative tra i due set di dati. Tali evidenze suggeriscono una buona riproducibilità del processo nelle condizioni operative utilizzate.

Tabella 9: Liofilizzazione 1-Leg, sei ore di essiccamento primario

1L 6h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,035	0,970
SD	0,152	0,152
%RSD	14,70	15,69
MIN	0,606	0,766
MAX	1,236	1,404

Tabella 10: Liofilizzazione 1-Leg, dieci ore di essiccamento primario

1L 10h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,546	1,459
SD	0,143	0,143
%RSD	26,22	9,80
MIN	0,188	1,236
MAX	0,771	1,820

Tabella 11: Liofilizzazione 1-Leg, quindici ore di essiccamento primario

1L 15h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,142	1,862
SD	0,102	0,101
%RSD	71,65	5,45
MIN	0,001	1,241
MAX	0,766	2,005

In tabella 11 sono riportati i valori medi di acqua residua e sublimata caratterizzato da un tempo di sublimazione pari a 15 ore (Tab. 11), in questo set di dati è stato identificato un valore anomalo (outlier), che è stato scartato dall'elaborazione statistica.

5.2. Tappo 2-leg

Anche per questa configurazione, i valori di acqua sublimata mostrano un incremento temporale, attestandosi dopo 15 ore su un valore medio del 95,71%. Si riportano di seguito i dati statistici utili alla comprensione della relativa curva di sublimazione.

Tabella 12: Liofilizzazione 2-Leg, un'ora di essiccamento primario

2L 1h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,764	0,241
SD	0,028	0,028
%RSD	1,58	11,66
MIN	1,686	0,205
MAX	1,800	0,316

Tabella 13: Liofilizzazione 2-Leg, due ore di essiccamento primario

2L 2h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,408	1,525
SD	0,076	0,076
%RSD	18,67	4,97
MIN	0,294	1,300
MAX	0,623	1,639

Tabella 14: Liofilizzazione 2-Leg, quattro ore di essiccamento primario

2L 4h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,232	0,773
SD	0,131	0,131
%RSD	10,61	16,88
MIN	0,836	0,569
MAX	1,437	1,103

Tabella 15: Liofilizzazione 2-Leg, quattro ore di essiccamento primario (replica)

2L 4h Replica	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,253	0,749
SD	0,145	0,138
%RSD	11,60	18,46
MIN	0,652	0,586
MAX	1,432	1,348

Come osservato in precedenza per il tappo 1-leg, i risultati riportati nelle tabelle 14 e 15 mostrano medie sovrapponibili e una ridotta variabilità.

Il t-test di Student ha restituito un *p-value* pari a 0,1432, superiore al livello di significatività fissato ($p= 0,05$), confermando l'assenza di differenze significative tra i due set di dati e suggerendo una buona robustezza del metodo di liofilizzazione nelle condizioni operative utilizzate.

Tabella 16: Liofilizzazione 2-Leg, sei ore di essiccamento primario

2L 6h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,968	1,038
SD	0,140	0,141
%RSD	14,46	13,56
MIN	0,677	0,810
MAX	1,192	1,327

Tabella 17: Liofilizzazione 2-Leg, dieci ore di essiccamento primario

2L 10h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,486	1,519
SD	0,161	0,161
%RSD	33,06	10,59
MIN	0,106	1,2437
MAX	0,757	1,898

Tabella 18: Liofilizzazione 2-Leg, quindici ore di essiccamento primario

2L 15h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,086	1,920
SD	0,066	0,066
%RSD	77,30	3,43
MIN	0,0001	1,758
MAX	0,247	2,010

5.3. Tappo 4-leg

Per i tappi 4-leg, il valore percentuale medio di acqua sublimata dopo 15 ore è pari al 93,47%. I dati statistici riportati di seguito permettono di analizzare l'andamento della curva di sublimazione per questo sistema di chiusura.

Tabella 19: Liofilizzazione 4-Leg, un'ora di essiccamento primario

4L 1h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,753	0,252
SD	0,027	0,027
%RSD	1,56	10,68
MIN	1,649	0,212
MAX	1,794	0,352

Tabella 20: Liofilizzazione 4-Leg, due ore di essiccamento primario

4L 2h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,625	0,379
SD	0,042	0,043
%RSD	2,62	11,26
MIN	1,493	0,279
MAX	1,724	0,514

Tabella 21: Liofilizzazione 4-Leg, quattro ore di essiccamento primario

4L 4h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,328	0,678
SD	0,085	0,084
%RSD	6,38	12,47
MIN	1,030	0,554
MAX	1,457	0,979

Tabella 22: Liofilizzazione 4-Leg, quattro ore di essiccamento primario (replica)

4L 4h Replica	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,302	0,702
SD	0,108	0,109
%RSD	8,31	15,58
MIN	0,867	0,574
MAX	1,430	1,134

Tabella 23: Liofilizzazione 4-Leg, sei ore di essiccamento primario

4L 6h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	1,054	0,951
SD	0,101	0,101
%RSD	9,62	10,63
MIN	0,751	0,771
MAX	1,233	1,250

Anche in questo caso, il confronto tra le tabelle 21 e 22 evidenzia una variabilità minima tra le repliche. L'analisi statistica (t-test) ha fornito un valore di p pari a 0,5422 ($p=0,05$), confermando la riproducibilità del processo di liofilizzazione.

Tabella 24: Liofilizzazione 4-Leg, dieci ore di essiccamento primario

4L 10h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,463	1,541
SD	0,164	0,165

%RSD	35,52	10,70
MIN	0,0001	1,241
MAX	0,760	2,005

Tabella 25: Liofilizzazione 4-Leg, quindici ore di essiccamento primario

4L 15h	Acqua residua (g)	Acqua sublimata (g)
MEDIA	0,131	1,875
SD	0,077	0,077
%RSD	58,90	4,106
MIN	0,007	1,696
MAX	0,308	2,002

5.4. Analisi di regressione

L'analisi dei dati sperimentali mediante il modello di regressione non lineare (Non-linear Least Squares), implementato in R, ha evidenziato che l'andamento della massa di acqua sublimata nel tempo non è descritto adeguatamente da un modello lineare, poiché presenta variazioni nella velocità di sublimazione durante il processo.

I valori stimati dei parametri sono riportati nella tabella seguente (Tab. 26) e sono stati successivamente utilizzati per costruire rappresentazioni grafiche utili all'interpretazione dei risultati.

Tabella 26: Valori dei parametri del modello di regressione non lineare

Tappi	zone	t min	t max	β	τ	κ
A	Centrale	1	15	0,155916	7,167382	0,176687
A	Vertice	1	15	0,233253	5,023382	0,281614
A	Frontali e posteriore	1	15	0,193354	6,012212	0,230861
A	Laterali interni	1	15	0,167213	7,582771	0,228415
A	Laterali esterni	1	15	0,201696	5,732693	0,239049
B	Centrale	1	15	0,171042	6,336121	0,186671
B	Vertice	1	15	0,27281	3,666581	0,228072
B	Frontali e posteriore	1	15	0,232603	3,561377	0,198526
B	Laterali interni	1	15	0,183451	6,872138	0,248152
B	Laterali esterni	1	15	0,226091	3,9805	0,205533
C	Centrali	1	15	0,158927	7,685758	0,204129
C	Vertice	1	15	0,217668	6,270067	0,342708
C	Frontali e posteriori	1	15	0,189692	8,587983	0,304842
C	Laterali interni	1	15	0,167421	7,73819	0,237656
C	Laterali esterni	1	15	0,194323	6,599532	0,270795

Il modello stimato per ogni tipologia di chiusura ha individuato due segmenti separati da un breakpoint time indicato con τ , localizzato per i tappi 1-leg nella zona centrale a 7,17 ore, per i 2-Leg centrali a 6,33 ore e per i 4-leg centrali a 7,69 ore, osservando una sublimazione più rapida per la seconda tipologia come si nota dai grafici (Fig. 12).

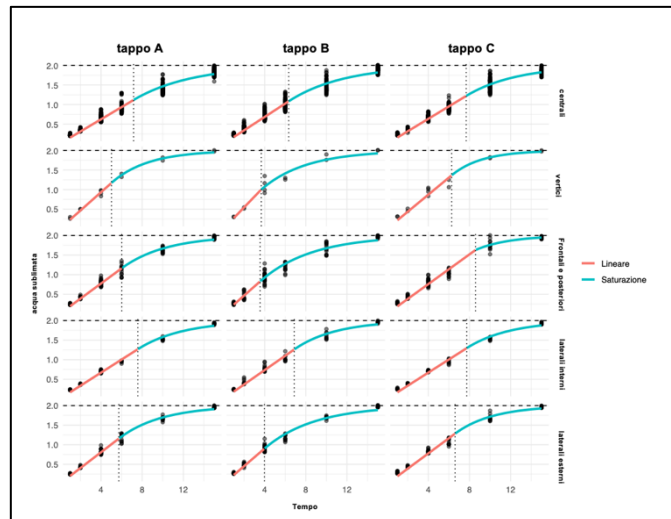


Figura 12: curve di sublimazione: ogni frame rappresenta la curva relativa a flaconi con una tipologia di tappo e per zona di raggruppamento.

Come illustrato nei grafici (Fig. 12), si osserva una sublimazione più rapida per la seconda tipologia B (2-Leg). Nel primo intervallo temporale, la sublimazione per i tappi B centrali è caratterizzata da una pendenza β pari a 0,17 g/h, indice di una fase iniziale con una velocità di rimozione dell'acqua più elevata rispetto alle altre tipologie, in cui il tappo A (1-leg) ha una pendenza di 0,15 g/h come il tappo C (4-leg).

Successivamente al breakpoint time si osserva una saturazione del processo; il modello matematico ha mostrato un ottimo adattamento ai dati sperimentali, risultando sensibilmente più rappresentativo del fenomeno rispetto a una regressione lineare singola.

I risultati ottenuti dal modello evidenziano un miglioramento sistematico delle prestazioni predittive all'aumentare del dettaglio dell'informazione spaziale.

Il modello Random Forest con coordinate continue (cx, cy) ottiene le migliori performance come dimostrato dai valori Cross-validati RMSE (Root Mean Squared Error) e R^2 (coefficiente di determinazione) in Tabella 27), seguito dal modello basato su zone. Invece, il modello primo di informazione spaziale risulta essere il meno

accurato.

Tabella 27: Modello Random Forest (RF) per ogni variabile

	RMSE C-V	R² C-V	RMSE (tot)	MAE (tot)
RF (cx, cy)	0,061	0,988	0,043	0,029
RF (zone)	0,082	0,978	0,081	0,055
RF (nulla)	0,106	0,964	0,106	0,078

Lo stesso ordine si osserva nelle metriche globali (RSS, ossia Residual Sum of Squares e RMSE totali), indicando una riduzione progressiva dell'errore passando da una rappresentazione non spaziale a una discreta, fino a una continua.

Nel complesso, questi risultati indicano che l'inclusione dell'informazione spaziale migliora sensibilmente la capacità predittiva del modello e che una rappresentazione continua dello spazio (cx, cy) consente di catturare pattern locali più complessi rispetto una suddivisione discreta in zone (centrali, ai vertici etc.).

Questo risultato indica una buona concordanza tra il modello predittivo e i dati sperimentali, suggerendo che il modello descrive in modo adeguato il comportamento del sistema nelle condizioni analizzate.

Le differenze tra le tre tipologie di stopper sono illustrate nei grafici in figura (Fig. 13), che riportano le prestazioni del modello Random Forest nella configurazione spaziale considerata a 4 ore di essiccamento primario per tutte le tre tipologie di tappo, dove Tappo A, B e C corrispondono rispettivamente al tappo 1-leg, 2-leg e 4-leg.

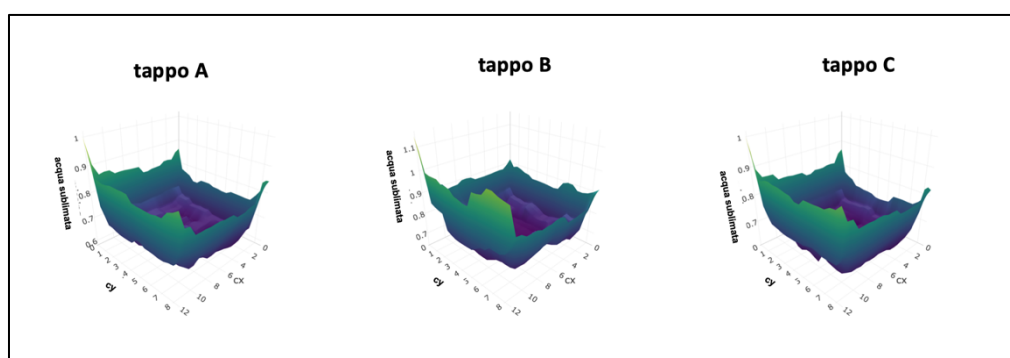


Figura 13: rappresentazione grafica tridimensionale del Modello Random Forest per i tre tipi di tappo oggetto di studio

Inoltre, per confrontare i risultati dei diversi esperimenti, sono state utilizzate mappe cromatiche relative ai differenti tempi di processo aggiunte come materiale supplementare nel capitolo “Appendice”. In questo paragrafo si può vedere un esempio relativo al tempo di 6 ore (Fig. 14).

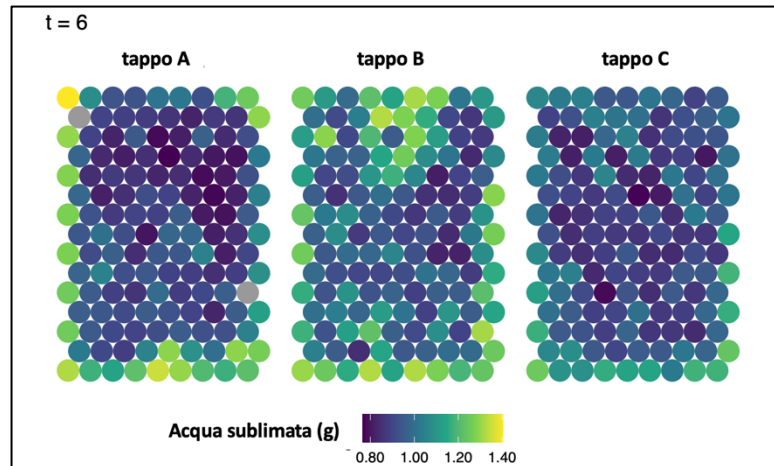


Figura 14: confronto delle quantità di acqua sublimata con diversi tappi: essiccamento primario di 6 ore

Questa rappresentazione consente di visualizzare in modo immediato la distribuzione spaziale dell’acqua sublimata e di evidenziare differenze tra i sistemi di chiusura. Tali mappe permettono di osservare l’eterogeneità del comportamento di sublimazione tra i vial della stessa piastra, riconducibile a “effetti di bordo”: il contatto con i profili in acciaio, la prossimità alle pareti della camera di liofilizzazione e il differente Packing Density dei vial. Questi fattori sono noti per influenzare localmente il trasferimento di calore e di massa durante il processo di liofilizzazione.

L’analisi qualitativa suggerisce che il tappo B (2-leg) garantisce una velocità di sublimazione maggiore rispetto a quella degli altri due tappi.

Per confrontare puntualmente le tre tipologie, è stato generato un grafico (Fig. 15) in cui sono riportati i valori sperimentali di acqua sublimata per ciascun gruppo di Packing Density, mettendo a confronto i tappi igloo (A), 2-leg (B), 4-leg (C) dopo quattro ore di essiccamento primario.

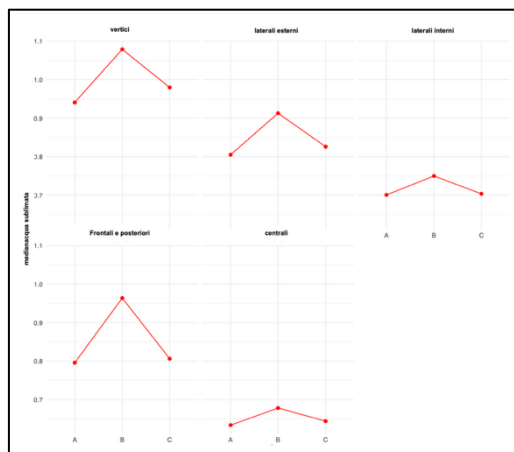


Figura 15: confronto dell'acqua sublimata per i diversi tipi di tappo: suddivisione in gruppi ed essiccamento primario pari a quattro ore

Dai grafici costruiti si osserva come il tappo 2-leg (B) mostri un grado di sublimazione più elevato rispetto alle altre tipologie nella totalità delle zone considerate, con differenze particolarmente evidenti nelle configurazioni corner (agli angoli) e front-back (frontali e posteriori). Al contrario, i tappi igloo (A) e 4-leg (C) mostrano andamenti tra loro simili e valori di sublimazione complessivamente comparabili.

Per confermare quantitativamente la capacità del modello Random Forest di riprodurre tali evidenze sperimentali, la tabella (Tab. 28) riporta i valori medi di acqua sublimata predetti dal modello per ciascuna zona dopo un essiccamento primario di quattro ore.

Tabella 28: Valori medi predetti di acqua sublimata (modello matematico Random Forest) per ogni tappo e per ogni zona considerata: quattro ore di essiccamento primario

Zona	Tempo	1-leg (Tappo A)	2-leg (Tappo B)	4-leg (Tappo C)
Vertici	4	0,929	1,100	0,959
Laterali esterni	4	0,819	0,913	0,839
Laterali interni	4	0,701	0,771	0,711
Frontali e posteriori	4	0,797	0,947	0,803
Centrali	4	0,647	0,713	0,662

In Tabella 28 sono riportati i valori predetti dal modello per i tappi oggetto di studio: si può notare che le quantità di acqua sublimata predetti dal modello per i campioni con

tappo 2-leg (tappo B) sono superiori rispetto a quelle determinate per gli altri 2 tappi, indipendentemente dalla posizione dei flaconcini (zona) sulla piastra.

Per convalidare il modello ottenuto, è stata condotta una liofilizzazione in cui, sulla piastra del liofilizzatore sono stati caricati campioni con le tre diverse tipologie di stopper ("Multi"): questo ciclo di liofilizzazione ha previsto un tempo di essiccamento primario di quattro ore.

I valori sperimentali di acqua sublimata dai contenitori con tappo 2-leg, come ottenuti nella liofilizzazione "Multi" (ciclo di liofilizzazione in cui erano presenti contemporaneamente le 3 tipologie di tappo) sono stati confrontati con quelli predetti dal modello. Dalla Tab. 29 appare evidente che i valori sperimentali e predetti sono molto simili tra loro, a conferma della bontà del risultato dell'analisi di regressione.

Tabella 29: confronto tra acqua sublimata e risultato predetto dal modello matematico

Posizione	Quantità di acqua sublimata (g)	
	valori sperimentali	valori predetti
3B	0,7608	0,72274047
4B	0,7356	0,72818278
4C	0,8597	0,72607109
5C	0,9093	0,69681086
6C	0,9005	0,70111705
5D	0,6144	0,67176176
7D	0,6832	0,69541453
8D	0,6488	0,68790681
1E	0,8025	0,87535759
3E	0,7781	0,65572221
5E	0,6697	0,65598693
6E	0,6142	0,65511391
8E	0,6422	0,70202237
9E	0,784	0,75511294
2F	0,7001	0,6768477
4F	0,5939	0,65287436
7H	0,6007	0,77394265
2I	0,6265	0,71042184
3I	0,6679	0,66628386
6I	0,59	0,66194684
6L	0,6341	0,70140207
8L	0,6751	0,73419975
3M	0,5932	0,67861576
7M	0,71	0,69497197
3N	0,6629	0,68500851
4N	0,7221	0,65812738
7O	0,6697	0,71168616
8O	0,6389	0,72849303
9O	0,8473	0,83720648
4P	0,6452	0,75853326
5P	0,6435	0,76170302
6P	0,7011	0,80228453
8P	0,742	0,86519537

6. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti evidenziano come il sistema di chiusura dei vial influenzi significativamente la cinetica di sublimazione dell'acqua durante il processo di liofilizzazione. In linea con quanto riportato nello studio pubblicato sul "Journal of Drug Delivery science and Technology" (Anna Matejčíková, 2022) è emerso che, indipendentemente dalle caratteristiche della chiusura in elastomero, la posizione dei flaconcini sulla piastra del liofilizzatore condiziona in modo rilevante la quantità di solvente rimosso.

Nello specifico, l'allontanamento dell'acqua avviene in modo più omogeneo nei flaconcini posizionati al centro della piastra rispetto a quelli situati nelle zone periferiche. Come suggerito dai ricercatori citati, la prossimità tra i flaconcini rende più uniforme il trasferimento di calore dal contenitore al materiale congelato; al contrario, il contatto con l'acciaio del vassoio e la vicinanza alle pareti della camera, influenzano, nella maggior parte dei casi, in modo negativo la sublimazione.

I dati evidenziano inoltre l'importanza della schermatura del portello: i flaconcini esterni, vicini all'apertura ma protetti dalla schermatura, hanno mostrato una cinetica di sublimazione simile a quella dei contenitori situati all'estremità opposta (vicino al condensatore), ovvero la zona più distante dalle fonti di irraggiamento.

Gli esperimenti condotti interrompendo il processo a intervalli definiti durante l'essiccamento primario hanno permesso di confermare come la tipologia di chiusura elastomerica influenzi il fenomeno. In particolare, la rimozione dell'acqua è più rapida con il tappo "2-leg" (a due feritoie) rispetto alle altre tipologie testate. L'analisi di regressione, basata su un modello bimodale, ha permesso di ricavare i parametri delle curve di sublimazione per i tre tipi di tappo, confermando quantitativamente le osservazioni qualitative.

Considerando la curva di sublimazione completa, è stato individuato il "breakpoint" (il punto in cui la velocità di rimozione dell'acqua cambia significativamente); analizzando la prima parte della curva fino a tale istante, è stata calcolata la velocità di sublimazione specifica per ogni chiusura.

È stato anche elaborato un modello che correla la velocità di sublimazione a variabili quali tempo, tipologia di chiusura, posizione spaziale sulla piastra (c_x , c_y) e packing density.

Il modello ha messo in luce la rilevanza cruciale del tempo e della posizione spaziale. Poiché la variabile relativa al tappo è attualmente di tipo qualitativo, si ipotizza che l'introduzione di parametri quantitativi più dettagliati possa rendere il modello ancora più accurato. Ciononostante, la validazione del modello — effettuata confrontando i pesi dell'acqua sublimata calcolati con quelli misurati sperimentalmente in posizioni selezionate — ha restituito valori molto simili. Pertanto, il modello è da ritenersi valido e rappresenta una solida base per future ottimizzazioni della fase di sublimazione.

In conclusione, il lavoro dimostra che la chiusura di tipo "2-leg" riduce i tempi di liofilizzazione rispetto alle altre opzioni. Poiché l'essiccamento primario è la fase più lunga del processo, la contrazione dei tempi ha ricadute significative sulla produzione industriale, garantendo un risparmio economico (risorse materiali e umane) e un incremento della produttività.

.

7. Bibliografia

- Amol Mungikar, M. L. M. K., 2010. Effect of teh design of the stopper including dimension, type and vent area on lyophilization process. *PDA journal of Pharmaceutical Science amnd Technology*, pp. 507-516.
- Anna Matejčíková, E. T. P. R., 2022. Experimental investigation of inhomogeneities of primary drying during lyophilization: Impact of the vials packing density. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, p. 10.
- Anna Matejčíková, E. T. P. R., 2022. Experimental investigation of inhomogeneities of primary drying during lyophilization: Impact of the vials packing density. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, pp. 1-10.
- Blaz Kamenik, M. H. M. Z., 2022. Determination of pressure resistance of a partially stoppered vial by using a coupled CFD-0D model of lyophilization. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, pp. 53-64.

t = 1

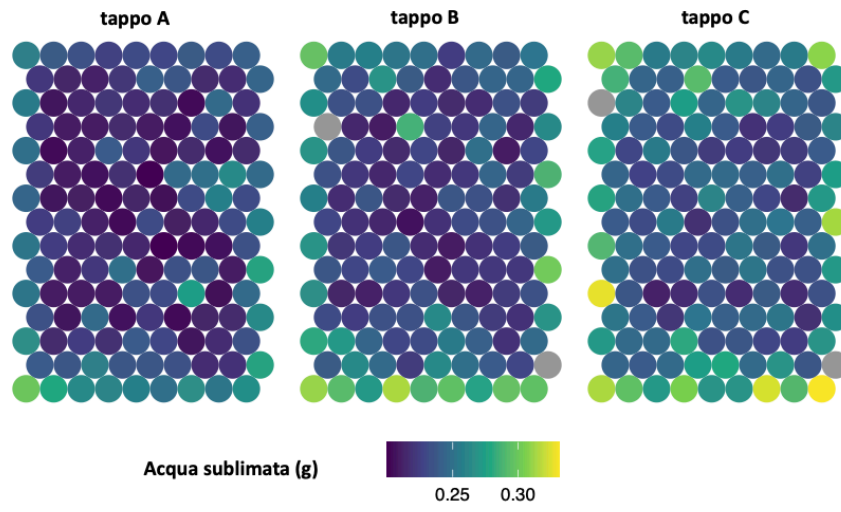


Figura 16: confronto tra mappe cromatiche per liofilizzazioni con tempo di essiccamento primario un'ora

Tempo 2 ore

Tabella 33: liofilizzazione con tappo 1-leg: essiccamento primario due ore

	FD - 2h - 1L								FD - 2h - 1L								
	Pre-lyo				Post-lyo					Pre-lyo				Post-lyo			
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo residuo	sublimato		N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo residuo	sublimato	
1	1A	2,0508	9,9632	2,0072	11,4788	2,055	1,5114	0,4958	2	1I	2,1035	9,9708	2,0075	11,551	2,1071	1,5769	0,4306
3	2A	2,0761	9,909	2,0053	11,4326	2,0809	1,5188	0,4865	5	2I	2,0828	9,9857	2,005	11,651	2,088	1,6605	0,3445
3	3A	2,079	9,9588	2,003	11,5312	2,0849	1,5665	0,4365	5	3I	2,066	9,9681	2,0088	11,649	2,0723	1,6746	0,3342
3	4A	2,0969	10,0016	2,0028	11,5702	2,1021	1,5634	0,4394	5	4I	2,0728	9,9563	2,0057	11,646	2,0797	1,6828	0,3229
3	5A	2,063	9,9324	2,0012	11,5599	2,0693	1,6212	0,38	5	5I	2,0694	9,9595	2,0109	11,647	2,0778	1,6793	0,3316
3	6A	2,0977	9,9116	2,0077	11,5541	2,1043	1,6359	0,3718	5	6I	2,0814	9,9717	2,0055	11,652	2,0889	1,6724	0,3331
3	7A	2,0443	9,9616	2,0023	11,5836	2,052	1,6143	0,388	5	7I	2,0705	9,9303	2,0022	11,616	2,0784	1,6778	0,3244
3	8A	2,0652	9,9494	2,0075	11,5588	2,0727	1,6019	0,4056	5	8I	2,0804	9,9171	2,0067	11,594	2,0869	1,6708	0,3359
2	9A	2,0598	9,9409	2,008	11,4747	2,0667	1,5269	0,4811	4	9I	2,0663	9,9144	2,0014	11,562	2,0703	1,6431	0,3583
4	1B	2,0676	9,9349	2,0066	11,5729	2,0758	1,6323	0,3743	4	1L	2,0816	9,9228	2,0053	11,55	2,0842	1,6247	0,3806
5	2B	2,0663	9,9489	2,0045	11,6185	2,0739	1,662	0,3425	5	2L	2,0816	9,9382	2,0087	11,608	2,0883	1,6633	0,3454
5	3B	2,0786	9,9544	2,0054	11,5919	2,0861	1,63	0,3754	5	3L	2,0577	9,9351	2,0092	11,615	2,0648	1,6726	0,3366
5	4B	2,0617	9,8774	2,0057	11,5379	2,0692	1,653	0,3527	5	4L	2,0732	9,95	2,0011	11,629	2,0807	1,6711	0,33
5	5B	2,067	9,9345	2,0003	11,6186	2,0755	1,6756	0,3247	5	5L	2,0637	9,9608	2,0039	11,648	2,0715	1,6794	0,3245
5	6B	2,0638	9,9446	2,0085	11,5959	2,0726	1,6425	0,366	5	6L	2,0856	9,9354	2,0043	11,617	2,0922	1,6749	0,3294
5	7B	2,0737	9,9613	2,0008	11,5984	2,0813	1,6295	0,3713	5	7L	2,067	9,949	2,0065	11,631	2,0739	1,6746	0,3319
5	8B	2,0729	10,0517	2,0081	11,6499	2,0799	1,5912	0,4169	5	8L	2,0763	9,9978	2,0026	11,651	2,0813	1,6482	0,3544
2	9B	2,1013	10,0469	2,0078	11,6424	2,1077	1,5891	0,4187	2	9L	2,0739	9,9559	2,0019	11,525	2,0751	1,5674	0,4345
2	1C	2,0684	9,9349	2,0006	11,526	2,0736	1,5863	0,4143	2	1M	2,0611	9,9457	2,0088	11,535	2,0639	1,5866	0,4222
5	2C	2,0572	9,9164	2,0018	11,5839	2,0661	1,6586	0,3432	5	2M	2,0826	9,9341	2,0094	11,598	2,087	1,6591	0,3503
5	3C	2,0741	9,9805	2,0099	11,6659	2,0845	1,675	0,3349	5	3M	2,0483	9,9839	2,0114	11,663	2,0538	1,6732	0,3382
5	4C	2,0474	9,9047	2,0045	11,5695	2,0567	1,6555	0,349	5	4M	2,076	9,9677	2,0061	11,657	2,0825	1,6824	0,3237
5	5C	2,0725	10,0026	2,0045	11,6759	2,0809	1,6649	0,3396	5	5M	2,0853	9,9564	2,0058	11,627	2,092	1,6634	0,3424
5	6C	2,0673	9,9468	2,0054	11,6313	2,0754	1,6764	0,329	5	6M	2,0621	10,0309	2,0058	11,699	2,0665	1,6632	0,3426
5	7C	2,0623	9,9011	2,0062	11,5825	2,0699	1,6738	0,3324	5	7M	2,0627	9,9462	2,0087	11,634	2,0688	1,6817	0,327
5	8C	2,0518	9,9556	2,0053	11,6328	2,0607	1,6683	0,337	5	8M	2,0588	9,9164	2,0087	11,605	2,0633	1,6845	0,3242
4	9C	2,0859	10,0338	2,0068	11,6816	2,0924	1,6413	0,3655	4	9M	2,0786	9,9505	2,0077	11,598	2,0805	1,6456	0,3621
4	1D	2,073	9,9548	2,0105	11,595	2,0797	1,6335	0,377	4	1N	2,0886	9,9601	2,0044	11,603	2,0915	1,64	0,3644
5	2D	2,077	9,9302	2,0063	11,6154	2,0855	1,6767	0,3296	5	2N	2,0613	9,9896	2,0036	11,659	2,0655	1,6654	0,3382
5	3D	2,0677	9,9737	2,0049	11,659	2,0759	1,6771	0,3278	5	3N	2,0804	9,935	2,0102	11,601	2,0858	1,6609	0,3493
5	4D	2,068	9,9836	2,0066	11,6784	2,0765	1,6863	0,3203	5	4N	2,0682	9,9883	2,0003	11,642	2,0736	1,6485	0,3518
5	5D	2,0763	9,8881	2,0079	11,5865	2,0852	1,6895	0,3184	5	5N	2,0943	9,9198	2,004	11,594	2,1008	1,6678	0,3362
5	6D	2,0814	9,9795	2,0042	11,6714	2,0902	1,6831	0,3211	5	6N	2,0742	10,0044	2,0031	11,679	2,0795	1,6692	0,3339
5	7D	2,0735	9,9914	2,0078	11,6785	2,0817	1,6789	0,3289	5	7N	2,1012	9,9761	2,0068	11,661	2,106	1,6797	0,3271
5	8D	2,0442	9,9175	2,0044	11,5961	2,052	1,6708	0,3336	5	8N	2,0698	9,9563	2,0064	11,623	2,0739	1,6622	0,3442
2	9D	2,0831	9,9501	2,0055	11,5551	2,0857	1,6024	0,4031	2	9N	2,0486	9,9088	2,0074	11,478	2,05	1,5682	0,4392
2	1E	2,0753	9,986	2,0055	11,5748	2,0803	1,5838	0,4217	2	1O	2,1082	9,9879	2,0011	11,543	2,1092	1,5537	0,4474
5	2E	2,0914	9,938	2,0016	11,5614	2,0991	1,6157	0,3859	5	2O	2,1065	9,9764	2,0042	11,618	2,1075	1,6408	0,3634
5	3E	2,084	9,9959	2,0056	11,6658	2,0924	1,6615	0,3441	5	3O	2,0879	10,0089	2,0056	11,658	2,0913	1,6458	0,3598
5	4E	2,0768	9,9452	2,0054	11,6113	2,0839	1,659	0,3464	5	4O	2,0608	9,8774	2,0017	11,531	2,0661	1,6486	0,3531
5	5E	2,0909	9,973	2,0109	11,6713	2,0997	1,6895	0,3214	5	5O	2,0847	9,9405	2,0023	11,601	2,0899	1,6551	0,3472
5	6E	2,0696	9,9796	2,0004	11,6591	2,078	1,6711	0,3293	5	6O	2,0687	9,9658	2,0012	11,634	2,0741	1,6631	0,3381
5	7E	2,0512	9,9021	2,0091	11,5866	2,0584	1,6773	0,3318	5	7O	2,0453	9,9485	2,0001	11,609	2,0492	1,6569	0,3432
5	8E	2,0662	9,9209	2,0026	11,596	2,0735	1,6678	0,3348	5	8O	2,0698	9,9381	2,0048	11,61	2,0719	1,6697	0,3351
4	9E	2,0921	9,9746	2,0069	11,5957	2,0982	1,615	0,3919	4	9O	2,0477	9,9781	2,0054	11,602	2,0498	1,6215	0,3839
4	1F	2,0791	9,9373	2,0053	11,5671	2,0847	1,6242	0,3811	4	1P	2,0626	9,9741	2,0018	11,571	2,0649	1,5947	0,4071
5	2F	2,0462	9,9466	2,0061	11,6204	2,0537	1,6663	0,3398	5	2P	2,0734	9,9759	2,0088	11,613	2,0761	1,6346	0,3742
5	3F	2,0609	9,9582	2	11,6199	2,0691	1,6535	0,3465	5	3P	2,0706	9,9762	2,0021	11,623	2,0741	1,6437	0,3584
5	4F	2,0803	9,961	2,0074	11,6494	2,0888	1,6799	0,3275	5	4P	2,0765	9,9439	2,0026	11,579	2,0789	1,6322	0,3704
5	5F	2,0827	9,9218	2,0052	11,6154	2,0924	1,6839	0,3213	5	5P	2,0693	9,924	2,0072	11,573	2,0717	1,6463	0,3609
5	6F	2,0848	9,9908	2,0002	11,6588	2,0935	1,6593	0,3409	5	6P	2,0708	9,9588	2,0082	11,606	2,0741	1,6436	0,3646
5	7F	2,0447	9,9446	2,0081	11,6042	2,0524	1,6519	0,3562	5	7P	2,0627	9,9695	2,0078	11,618	2,0654	1,646	0,3618
5	8F	2,0582	9,9494	2,0062	11,6131	2,0654	1,6565	0,3497	5	8P	2,088	9,952	2,0011	11,59	2,0898	1,6362	0,3649
2	9F	2,0722	9,9911	2,006	11,5911	2,0751	1,5971	0,4089	2	9P	2,0752	9,9898	2,0102	11,542	2,0755	1,5516	0,4586
2	1G	2,0801	9,9812	2,0035	11,573	2,0843	1,5876	0,4159	1	1Q	2,0704	9,9593	2,0087	11,464	2,0706	1,5042	0,5045
5	2G	2,0696	9,8999	2,0027	11,5648	2,077	1,6575	0,3452	3	2Q	2,0918	9,9662	2,0012	11,522	2,0921	1,5555	0,4457
5	3G	2,0929	10,0099	2,0079	11,6822	2,1007	1,6645	0,3434	3	3Q	2,0694	9,9095	2,0033	11,483	2,0708	1,5724	0,4309
5	4G	2,0662	9,9423	2,003	11,6397	2,0734	1,6902	0,3128	3	4Q	2,0548	9,8754	2,0052	11,443	2,0568	1,5659	0,4393
5	5G	2,0646	9,9625	2,0053	11,6417	2,0733	1,6705	0,3348	3	5Q	2,0421	9,9298	2,0036	11,495	2,043	1,5647	0,4389
5	6G	2,0842	9,9602	2,001	11,6067	2,0937	1,637	0,364	3	6Q	2,103	9,9641	2,0071	11,544	2,1043	1,5788	0,4283
5	7G	2,0579	9,9266	2,0029	11,6083	2,0661	1,6735	0,3294	3	7Q	2,07	9,9294	2,0053	11,513	2,07	1,584	0,4213
5	8G	2,0863	9,9973	2,0074	11,6638	2,0943	1,6585	0,3489	3	8Q	2,0708	9,9306	2,0045	11,504	2,0712	1,5727	0,4318
4	9G	2,0609	9,9819	2,0036	11,6368	2,066	1,6498	0,3538	2	9Q	2,0608	9,9354	2,0026	11,47	2,0606	1,5347	0,4679
4	1H	2,0791	9,9281	2,0008	11,5404	2,0842	1,6072	0,3936									
5	2H	2,0724	9,9658	2,0107	11,6524	2,0796	1,6794	0,3313									

Tabella 34: Liofilizzazione con tappo 2-leg: essiccamento primario due ore

FD - 2h - 2L									FD - 2h - 2L								
Pre-Lyo			Post-Lyo			Pre-Lyo			Post-Lyo			Pre-Lyo			Post-Lyo		
N° P.D.	Posizione	Peso tot	Peso tappo	peso liquido	Peso tot	peso tappo	residuo	sublimato	N° P.D.	Posizione	Peso tot	Peso tappo	peso liquido	Peso tot	peso tappo	residuo	sublimato
1	1A	11,914	2,1375	1,9363	11,4384	2,0987	1,4607	0,5144	2	1I	11,8926	2,1068	1,9418	11,4233	2,1068	1,4725	0,4693
3	2A	11,924	2,1064	1,9478	11,5255	2,1139	1,5493	0,391	5	2I	11,8881	2,1018	1,941	11,4523	2,1033	1,5052	0,4343
3	3A	11,9653	2,1103	1,9517	11,5621	2,1179	1,5485	0,3956	5	3I	11,8923	2,0862	1,9381	11,5189	2,0916	1,5647	0,368
3	4A	11,9533	2,0983	1,941	11,561	2,105	1,5487	0,3856	5	4I	11,9639	2,1005	1,9446	11,5151	2,1082	1,4958	0,4411
3	5A	11,9662	2,0895	1,9384	11,5685	2,0985	1,5407	0,3887	5	5I	11,8885	2,0827	1,9415	11,508	2,0913	1,561	0,3719
3	6A	11,9426	2,1104	1,9474	11,5621	2,1206	1,5669	0,3703	5	6I	11,873	2,0825	1,9415	11,533	2,0913	1,6015	0,3312
3	7A	11,9254	2,1003	1,949	11,5687	2,1096	1,5923	0,3474	5	7I	11,9475	2,1001	1,9365	11,5707	2,1072	1,5597	0,3697
3	8A	11,9279	2,1042	1,9455	11,5602	2,1138	1,5778	0,3581	5	8I	11,9589	2,0932	1,9449	11,6288	2,1	1,6148	0,3233
2	9A	11,8669	2,1029	1,9327	11,4522	2,111	1,518	0,4066	4	9I	11,9046	2,0762	1,937	11,4846	2,0792	1,517	0,417
4	1B	11,9541	2,087	1,9411	11,5374	2,0957	1,5244	0,408	4	1L	11,99	2,1105	1,9322	11,4797	2,1109	1,4219	0,5099
5	2B	11,9151	2,1011	1,9428	11,5681	2,1127	1,5958	0,3354	5	2L	11,9061	2,1014	1,9384	11,5327	2,1041	1,565	0,3707
5	3B	11,8929	2,0861	1,9433	11,5154	2,0969	1,5658	0,3667	5	3L	11,9707	2,1111	1,9365	11,5925	2,116	1,5583	0,3733
5	4B	11,9595	2,0966	1,9393	11,631	2,1072	1,6108	0,3179	5	4L	11,9355	2,0842	1,9446	11,5272	2,0896	1,5363	0,4029
5	5B	11,8713	2,09	1,9339	11,5561	2,102	1,6187	0,3032	5	5L	11,872	2,089	1,9329	11,4981	2,0957	1,559	0,3672
5	6B	11,8921	2,0824	1,9496	11,5662	2,0941	1,6237	0,3142	5	6L	11,9152	2,0964	1,939	11,5256	2,1034	1,5494	0,3826
5	7B	12,0147	2,1008	1,9431	11,6717	2,1121	1,6001	0,3317	5	7L	11,8891	2,0931	1,9368	11,5493	2,0983	1,597	0,3346
5	8B	11,9752	2,0938	1,9457	11,6171	2,1036	1,5876	0,3483	5	8L	11,9087	2,0945	1,944	11,5344	2,0983	1,5697	0,3705
2	9B	11,95	2,0905	1,9374	11,4803	2,0973	1,4677	0,4629	2	9L	11,8989	2,0965	1,9382	11,3747	2,0967	1,414	0,524
2	1C	11,9446	2,0971	1,9352	11,4789	2,1036	1,4695	0,4592	2	1M	11,8791	2,0964	1,9419	11,3435	2,0986	1,4063	0,5334
5	2C	11,9216	2,106	1,9374	11,5667	2,1163	1,5825	0,3446	5	2M	11,9106	2,0973	1,9313	11,4916	2,1052	1,5123	0,4111
5	3C	11,9088	2,1131	1,9385	11,5642	2,1237	1,5939	0,334	5	3M	11,912	2,0996	1,9355	11,4983	2,1095	1,5218	0,4038
5	4C	11,9362	2,1038	1,9405	11,6043	2,1137	1,6086	0,322	5	4M	11,8912	2,0931	1,9428	11,4198	2,1048	1,4714	0,4597
5	5C	11,8754	2,0967	1,9433	11,5716	2,1068	1,6395	0,2937	5	5M	11,9359	2,1064	1,9462	11,5329	2,1183	1,5432	0,3911
5	6C	11,8887	2,0874	1,9407	11,5683	2,0986	1,6203	0,3092	5	6M	11,9281	2,1025	1,9453	11,5107	2,1126	1,5279	0,4073
5	7C	11,927	2,1184	1,9361	11,5988	2,1283	1,6079	0,3183	5	7M	11,9461	2,1165	1,9363	11,4965	2,1266	1,4867	0,4395
5	8C	11,9139	2,0837	1,9353	11,5415	2,0938	1,5629	0,3623	5	8M	11,8685	2,0948	1,9369	11,4441	2,1043	1,5125	0,4149
4	9C	11,8823	2,0883	1,938	11,5468	2,0961	1,6025	0,3277	4	9M	11,8988	2,1076	1,9442	11,3496	2,1099	1,395	0,5469
4	1D	11,9016	2,0857	1,9385	11,5208	2,0937	1,5577	0,3728	4	1N	11,9298	2,103	1,9327	11,4564	2,1071	1,4593	0,4693
5	2D	11,9179	2,0998	1,9358	11,5132	2,1106	1,5311	0,3939	5	2N	11,9601	2,1233	1,9334	11,3964	2,1327	1,3697	0,5543
5	3D	11,906	2,0957	1,9473	11,5843	2,1068	1,6256	0,3106	5	3N	11,9785	2,111	1,9454	11,5114	2,1206	1,4783	0,4575
5	4D	11,9335	2,0934	1,9343	11,587	2,1019	1,5878	0,338	5	4N	11,8927	2,1029	1,9394	11,4021	2,1119	1,4488	0,4816
5	5D	11,9496	2,1005	1,9426	11,6097	2,1095	1,6027	0,3309	5	5N	11,9064	2,1116	1,9311	11,4898	2,1212	1,5145	0,407
5	6D	11,8733	2,0846	1,9386	11,5133	2,0943	1,5786	0,3503	5	6N	11,8506	2,0915	1,935	11,423	2,0962	1,5074	0,4229
5	7D	11,8754	2,0805	1,946	11,5668	2,0914	1,6374	0,2977	5	7N	11,9237	2,093	1,9425	11,5052	2,1032	1,524	0,4083
5	8D	11,928	2,1192	1,9424	11,5803	2,129	1,5947	0,3379	5	8N	11,9007	2,0934	1,9378	11,4554	2,1032	1,4925	0,4355
2	9D	11,9935	2,1032	1,9414	11,5031	2,1075	1,451	0,4861	2	9N	11,9029	2,0874	1,9349	11,4335	2,0896	1,4655	0,4672
2	1E	11,9199	2,0947	1,9334	11,4704	2,0985	1,4839	0,4457	2	1O	11,885	2,1063	1,9447	11,3483	2,1105	1,408	0,5325
5	2E	11,9354	2,0865	1,9435	11,5271	2,096	1,5352	0,3988	5	2O	11,9401	2,0895	1,9342	11,4585	2,0983	1,4526	0,4728
5	3E	11,9494	2,0987	1,94	11,538	2,109	1,5286	0,4011	5	3O	11,8991	2,092	1,9349	11,5808	2,1033	1,5266	0,397
5	4E	11,8938	2,0962	1,9368	11,5498	2,1055	1,5928	0,3347	5	4O	11,8902	2,1013	1,9359	11,4368	2,1123	1,4825	0,4424
5	5E	11,9657	2,1111	1,9404	11,6247	2,1132	1,5994	0,3389	5	5O	11,9268	2,1038	1,936	11,3144	2,1145	1,3236	0,6017
5	6E	11,874	2,1432	1,9407	11,5166	2,0961	1,5833	0,4045	5	6O	11,9763	2,1019	1,9413	11,5385	2,112	1,5035	0,4277
5	7E	11,8767	2,0783	1,9485	11,5192	2,0874	1,591	0,3484	5	7O	11,926	2,1056	1,943	11,392	2,1151	1,409	0,5245
5	8E	11,908	2,0858	1,9399	11,5869	2,1127	1,6188	0,2942	5	8O	11,8861	2,0983	1,9403	11,4375	2,1084	1,4917	0,4385
4	9E	11,9569	2,0978	1,9425	11,5902	2,1043	1,5758	0,3602	4	9O	11,8972	2,0807	1,9438	11,3118	2,0879	1,3584	0,5782
4	1F	11,9182	2,0981	1,9452	11,5331	2,1022	1,5601	0,381	4	1P	11,9394	2,1065	1,9342	11,4766	2,1152	1,4714	0,4541
5	2F	11,9319	2,1002	1,9456	11,5942	2,1093	1,6079	0,3286	5	2P	11,9528	2,0957	1,93	11,5047	2,1047	1,4819	0,4391
5	3F	11,9677	2,1133	1,9359	11,6242	2,1231	1,5924	0,3337	5	3P	11,9296	2,1037	1,9374	11,5521	2,1134	1,5599	0,3678
5	4F	11,9032	2,0924	1,9379	11,5657	2,1034	1,6004	0,3265	5	4P	11,9037	2,0876	1,9409	11,4414	2,0987	1,4786	0,4512
5	5F	11,934	2,1014	1,9431	11,5987	2,1073	1,6078	0,3294	5	5P	11,9111	2,1124	1,935	11,4965	2,1224	1,5204	0,4046
5	6F	11,9385	2,0925	1,9395	11,5835	2,1019	1,5845	0,3456	5	6P	11,8852	2,0803	1,9384	11,4797	2,0901	1,5329	0,3957
5	7F	11,9315	2,0907	1,9397	11,5799	2,0996	1,5881	0,3427	5	7P	11,9404	2,0992	1,932	11,5218	2,1079	1,5134	0,4099
5	8F	11,9	2,1211	1,9448	11,5411	2,1285	1,5859	0,3515	5	8P	11,8859	2,0798	1,9409	11,4143	2,0873	1,4693	0,4641
2	9F	11,9256	2,0931	1,9388	11,4822	2,095	1,4954	0,4415	2	9P	11,9231	2,0942	1,9378	11,3871	2,0989	1,4018	0,5313
2	1G	11,8567	2,0901	1,9473	11,3652	2,0914	1,4558	0,4902	1	1Q	11,8757	2,0962	1,9415	11,3252	2,1005	1,391	0,5462
5	2G	11,8907	2,087	1,9354	11,4438	2,092	1,4885	0,4419	3	2Q	11,9042	2,1065	1,9451	11,2827	2,1145	1,3236	0,6135
5	3G	11,9224	2,0899	1,9417	11,5658	2,0977	1,5851	0,3488	3	3Q	11,9395	2,1084	1,9381	11,5105	2,1164	1,5091	0,421
5	4G	11,9287	2,0949	1,9431	11,6141	2,1048	1,6285	0,3047	3	4Q	11,9707	2,0829	1,9319	11,3389	2,0912	1,3001	0,6235
5	5G	11,9156	2,1001	1,9399	11,5029	2,1043	1,5272	0,4085	3	5Q	11,8975	2,0816	1,9392	11,2979	2,0887	1,3396	0,5925
5	6G	11,8929	2,0812	1,9377	11,4923	2,0898	1,5371	0,392	3	6Q	11,9384	2,1167	1,9458	11,404	2,1247	1,4114	0,5264
5	7G	11,8759	2,0851	1,9392	11,5019	2,0915	1,5652	0,3676	3	7Q	11,9848	2,0931	1,9429	11,4127	2,1011	1,3708	0,5641
5	8G	11,9239	2,0863	1,9459	11,6026	2,0936	1,6246	0,314	3	8Q	11,9068	2,089	1,9467	11,4056	2,0968	1,4455	0,4934
4	9G	11,9678	2,1065	1,9436	11,5766	2,1097	1,5524	0,388	2	9Q	11,8472	2,092	1,9309	11,2766	2,0981	1,3603	0,5645
4	1H	11,9018	2,0914	1,9432	11,5203	2,0932	1,5617	0,3797									
5	2H	11,902	2,0926	1,9379													

Tabella 35: liofilizzazione con tappo 4-leg: essiccamento primario due ore

FD-2h-4L									FD-2h-4L									
	Pre-lyo									Pre-lyo								
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Pesotara	Peso liquido	Pesotot	Pesotappo	residuo	sublimato		N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Pesotara	Peso liquido	Pesotot	Pesotappo	residuo	sublimato
1 1A	2,5523	10,4649	2,0039	12,0256	2,5602	1,5528	0,4511		2 11	2,5815	10,4487	2,0059	12,0149	2,5815	1,6262	0,4433		
3 2A	2,5725	10,4057	2,0029	12,0108	2,5822	1,5954	0,4075		5 2I	2,5057	10,4092	2,0011	12,0457	2,5157	1,6265	0,3746		
3 3A	2,6987	10,5788	2,0033	12,1938	2,71	1,6037	0,3996		5 3I	2,6399	10,5421	2,0075	12,2009	2,6521	1,6466	0,3609		
3 4A	2,6837	10,5884	2,0031	12,2166	2,6938	1,6181	0,385		5 4I	2,5313	10,4143	2,0069	12,0965	2,5439	1,6696	0,3373		
3 5A	2,5272	10,3965	2,0091	12,0324	2,5366	1,6265	0,3826		5 5I	2,559	10,449	2,0062	12,1144	2,571	1,6534	0,3528		
3 6A	2,5993	10,4129	2,0037	12,0355	2,6082	1,6137	0,39											
3 7A	2,5033	10,4204	2,0024	11,992	2,5145	1,5604	0,442		5 7I	2,576	10,4354	2,001	12,0995	2,5861	1,654	0,347		
3 8A	2,5496	10,4337	2,0045	12,015	2,5607	1,5702	0,4343		5 8I	2,5209	10,3575	2,0008	12,0217	2,5306	1,6545	0,3463		
2 9A	2,5793	10,4601	2,0088	12,0601	2,5882	1,5911	0,4177		4 9I	2,5415	10,3896	2,0058	12,0172	2,5491	1,62	0,3858		
4 1B	2,5653	10,4305	2,006	12,0723	2,5778	1,6293	0,3767		4 1L	2,5587	10,4003	2,0002	12,0111	2,5668	1,6026	0,3976		
5 2B	2,5827	10,4655	2,0054	12,1222	2,5966	1,6428	0,3626		5 2L	2,6208	10,4773	2,0047	12,0898	2,6312	1,6021	0,4026		
5 3B	2,5646	10,4405	2,0077	12,0855	2,5784	1,6312	0,3765		5 3L	2,5054	10,3825	2,0031	12,0213	2,5175	1,6267	0,3764		
5 4B	2,5322	10,3476	2,0058	11,9853	2,5456	1,6243	0,3815		5 4L	2,5691	10,4451	2,0022	12,179	2,5794	1,7236	0,2786		
5 5B	2,5968	10,4643	2,0021	12,1081	2,6101	1,6305	0,3716		5 5L	2,5874	10,4843	2,0015	12,1644	2,5988	1,6687	0,3328		
5 6B	2,5326	10,4134	2,0013	12,0621	2,5456	1,6357	0,3656		5 6L	2,5325	10,3824	2,005	12,0136	2,5437	1,62	0,385		
5 7B	2,5915	10,4792	2,0026	12,1313	2,6038	1,6398	0,3628		5 7L	2,5058	10,3876	2,0018	12,059	2,516	1,6612	0,3406		
5 8B	2,5176	10,4962	2,006	12,1481	2,5296	1,6399	0,3661		5 8L	2,5302	10,4515	2,0058	12,1212	2,541	1,6589	0,3469		
2 9B	2,508	10,4531	2,0055	12,0305	2,5151	1,5703	0,4352		2 9L	2,5585	10,4407	2,0076	12,0137	2,561	1,5705	0,4371		
2 1C	2,6646	10,5303	2,0099	12,1205	2,6736	1,5812	0,4287		2 1M	2,4977	10,3819	2,0062	11,9512	2,4993	1,5677	0,4385		
5 2C	2,5363	10,3955	2,0013	12,0559	2,5502	1,6465	0,3548		5 2M	2,6329	10,4844	2,0087	12,1381	2,6436	1,643	0,3657		
5 3C	2,528	10,4345	2,0015	12,1033	2,5415	1,6553	0,3462		5 3M	2,5991	10,5348	2,0059	12,196	2,6108	1,6495	0,3564		
5 4C	2,6341	10,4912	2,0079	12,159	2,6481	1,6538	0,3541		5 4M	2,5204	10,4121	2,0027	12,0805	2,5336	1,6552	0,3475		
5 5C	2,5592	10,4891	2,0017	12,1476	2,5729	1,6448	0,3569		5 5M	2,5279	10,3992	2,0067	12,0739	2,5404	1,6622	0,3445		
5 6C	2,5453	10,4246	2,002	12,0535	2,5584	1,6158	0,3862		5 6M	2,4786	10,4477	2,0042	12,1124	2,4898	1,6535	0,3507		
5 7C	2,5464	10,3852	2,0034	12,0333	2,5586	1,6359	0,3675		5 7M	2,6111	10,4944	2,0029	12,1356	2,6221	1,6302	0,3727		
5 8C	2,5662	10,47	2,0048	12,1386	2,5778	1,657	0,3478		5 8M	2,5387	10,3965	2,0041	12,0808	2,5493	1,6737	0,3304		
4 9C	2,5168	10,4649	2,0089	12,116	2,5273	1,6406	0,3683		4 9M	2,5845	10,4564	2,0056	12,0949	2,5909	1,6321	0,3735		
4 1D	2,534	10,4161	2,0054	12,0495	2,545	1,6224	0,383		4 1N	2,5715	10,4432	2,0008	12,0452	2,5764	1,5971	0,4037		
5 2D	2,5111	10,3644	2,002	12,0232	2,5246	1,6453	0,3667		5 2N	2,6013	10,5298	2,007	12,1898	2,6104	1,6509	0,3561		
5 3D	2,4937	10,3999	2,0044	12,0775	2,5083	1,663	0,3414		5 3N	2,6287	10,4833	2,0087	12,1538	2,6403	1,6589	0,3498		
5 4D	2,5756	10,4914	2,0001	12,1698	2,5883	1,6657	0,3344		5 4N	2,5646	10,4845	2,0064	12,1698	2,5762	1,6737	0,3327		
5 5D	2,6057	10,4178	2,0019	12,0854	2,6182	1,6551	0,3468		5 5N	2,4917	10,3173	2,009	11,991	2,5041	1,6613	0,3477		
5 6D	2,5589	10,4569	2,0051	12,1075	2,5714	1,6381	0,367		5 6N	2,5623	10,4922	2,0061	12,1667	2,574	1,6628	0,3433		
5 7D	2,5208	10,4384	2,0048	12,1081	2,5311	1,6594	0,3454		5 7N	2,562	10,4369	2,0006	12,0675	2,5728	1,6198	0,3808		
5 8D	2,4936	10,3666	2,007	12,0426	2,5045	1,6651	0,3419		5 8N	2,5268	10,413	2,0064	12,0706	2,537	1,6474	0,359		
2 9D	2,6171	10,484	2,0061	12,082	2,6249	1,5902	0,4159		2 9N	2,5641	10,4239	2,0018	11,9866	2,5648	1,562	0,4398		
2 1E	2,5176	10,4283	2,0028	12,0092	2,5253	1,5732	0,4296		2 1O	2,5543	10,4343	2,0037	11,9689	2,5543	1,5346	0,4691		
5 2E	2,5612	10,4079	2,0087	12,067	2,5713	1,649	0,3597		5 2O	2,5332	10,403	2,0083	12,0261	2,5396	1,6167	0,3916		
5 3E	2,5731	10,4853	2,0059	12,1676	2,5866	1,6688	0,3371		5 3O	2,5974	10,5184	2,007	12,1548	2,6073	1,6285	0,3805		
5 4E	2,4943	10,3624	2,0007	12,028	2,5058	1,6541	0,3466		5 4O	2,563	10,3796	2,0012	12,0272	2,5762	1,6344	0,3668		
5 5E	2,5644	10,4365	2,0035	12,1059	2,567	1,6568	0,3467		5 5O	2,4957	10,3513	2,0027	12,0143	2,5069	1,6518	0,3509		
5 6E	2,5636	10,4739	2,0057	12,1499	2,5748	1,6648	0,3409		5 6O	2,6169	10,5141	2,0057	12,151	2,627	1,6268	0,3789		
5 7E	2,5971	10,4477	2,0044	12,1344	2,6079	1,6759	0,3285		5 7O	2,5235	10,4274	2,0068	12,08	2,5334	1,6427	0,3641		
5 8E	2,5369	10,3914	2,0103	12,0623	2,5474	1,6604	0,3499		5 8O	2,5532	10,4214	2,0049	12,099	2,5618	1,669	0,3359		
4 9E	2,5382	10,4199	2,0067	12,0621	2,548	1,6324	0,3743		4 9O	2,5292	10,4594	2,0048	12,0647	2,5315	1,603	0,4018		
4 1F	2,5563	10,4146	2,0033	12,038	2,5664	1,6133	0,39		4 1P	2,5605	10,4718	2,0062	12,0703	2,5611	1,5979	0,4083		
5 2F	2,5168	10,4169	2,0061	12,0799	2,5276	1,6522	0,3539		5 2P	2,5276	10,4299	2,0104	12,0151	2,5328	1,58	0,4304		
5 3F	2,6165	10,5136	2,0014	12,1778	2,6264	1,6543	0,3471		5 3P	2,5357	10,4412	2	12,0703	2,5429	1,6219	0,3781		
5 4F	2,6415	10,5222	2,0059	12,1942	2,6522	1,6613	0,3446		5 4P	2,5624	10,43	2,0042	12,081	2,5689	1,6445	0,3597		
5 5F	2,5407	10,3795	2,0056	12,0317	2,5525	1,6404	0,3652		5 5P	2,5485	10,4036	2,0055	12,0518	2,5564	1,6403	0,3652		
5 6F	2,5397	10,4459	2,0106	12,123	2,551	1,6658	0,3448		5 6P	2,5413	10,4292	2,0044	12,054	2,5477	1,6184	0,386		
5 7F	2,6404	10,54	2,0041	12,2161	2,6523	1,6642	0,3399		5 7P	2,5679	10,4746	2,002	12,08	2,574	1,5993	0,4027		
5 8F	2,593	10,4843	2,0048	12,131	2,6035	1,6362	0,3686		5 8P	2,6039	10,4681	2,003	12,0996	2,6076	1,6278	0,3752		
2 9F	2,5672	10,4855	2,0055	12,0739	2,5733	1,5823	0,4232		2 9P	2,5879	10,502	2,0038	12,0257	2,5879	1,5237	0,4801		
2 1G	2,5833	10,4842	2,0088	12,0701	2,5906	1,5786	0,4302		1 1Q	2,5639	10,453	2,0071	11,9461	2,5644	1,4926	0,5145		
5 2G	2,5629	10,3928	2,007	12,0488	2,5714	1,6475	0,3595		3 2Q	2,553	10,4275	2,0051	11,958	2,5536	1,5299	0,4752		
5 3G	2,5476	10,4646	2,0079	12,1268	2,5571	1,6527	0,3552		3 3Q	2,5496	1							

t = 2

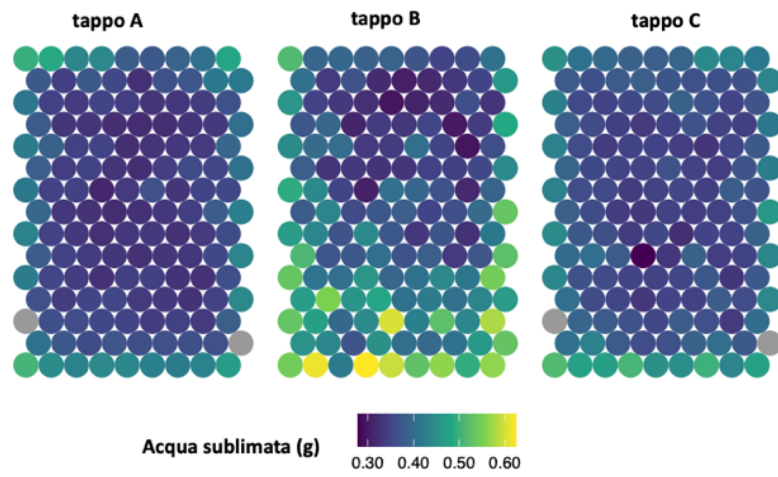


Figura 17: Mappa cromatica per essiccamento primario di due ore

Tempo 4 ore e repliche

Tabella 36: liofilizzazione con tappo 1-leg: essiccamento primario quattro ore

N° P.D.	Posizioni	Pre-lyo		FD-4h-1L		Post-lyo		residuo	sublimato	N° P.D.	Posizioni	Pre-lyo		FD-4h-1L		Post-lyo		residuo	sublimato
		Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo					Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo		
1	1A	2,048	9,9599	2,0024	11,136	2,0539	1,1697	0,8327		2	1I	2,0784	9,9452	2,0095	11,145	2,0811	1,1971	0,8124	
3	2A	2,0648	9,8977	2,0104	11,145	2,0715	1,2405	0,7699		5	2I	2,0442	9,9472	2,0094	11,316	2,0505	1,3621	0,6473	
3	3A	2,058	9,938	2,0039	11,233	2,0625	1,2906	0,7133		5	3I	2,0895	9,9916	2,0069	11,386	2,0962	1,3875	0,6194	
3	4A	2,0666	9,9714	2,0074	11,24	2,0704	1,265	0,7424		5	4I	2,0612	9,9443	2,0031	11,277	2,0693	1,3242	0,6789	
3	5A	2,0515	9,9208	2,0047	11,208	2,0581	1,281	0,7237		5	5I	2,0743	9,9646	2,0102	11,39	2,0837	1,416	0,5942	
3	6A	2,0671	9,8808	2,0124	11,21	2,074	1,3219	0,6905		5	6I	2,0991	9,9892	2,0092	11,442	2,1043	1,4478	0,5614	
3	7A	2,0727	9,9898	2,0025	11,201	2,0802	1,2035	0,799		5	7I	2,0768	9,9361	2,0115	11,401	2,0844	1,4575	0,554	
3	8A	2,1024	9,9866	2,005	11,287	2,1108	1,292	0,713		5	8I	2,0693	9,906	2,0108	11,252	2,0767	1,339	0,6718	
2	9A	2,0765	9,9572	2,0047	11,201	2,0838	1,2369	0,7678		4	9I	2,0615	9,9096	2,0064	11,235	2,0643	1,3221	0,6843	
4	1B	2,0694	9,9342	2,0047	11,264	2,0802	1,3189	0,6858		4	1L	2,1052	9,947	2,0001	11,222	2,1089	1,2712	0,7289	
5	2B	2,0607	9,9434	2,0017	11,298	2,0687	1,3467	0,655		5	2L	2,0812	9,9377	2,004	11,278	2,0874	1,3337	0,6703	
5	3B	2,0983	9,9743	2,0088	11,342	2,1062	1,3596	0,6492		5	3L	2,0701	9,9474	2,0035	11,298	2,0785	1,3426	0,6609	
5	4B	2,0711	9,8868	2,0067	11,267	2,0792	1,3722	0,6345		5	4L	2,0626	9,9389	2,0008	11,358	2,0721	1,4095	0,5913	
5	5B	2,0686	9,9359	2,0017	11,321	2,0734	1,3803	0,6214		5	5L	2,071	9,968	2,0183	11,403	2,0745	1,4319	0,5864	
5	6B	2,0721	9,953	2,0032	11,308	2,0805	1,3468	0,6564		5	6L	2,0647	9,9146	2,008	11,299	2,0743	1,375	0,633	
5	7B	2,0864	9,9739	2,0022	11,351	2,0902	1,3729	0,6293		5	7L	2,0675	9,9493	2,0023	11,345	2,0731	1,3901	0,6122	
5	8B	2,1049	10,0834	2,0008	11,436	2,1095	1,3481	0,6527		5	8L	2,0788	10	2,006	11,388	2,0837	1,3827	0,6233	
2	9B	2,0796	10,0248	2,0063	11,244	2,086	1,2124	0,7939		2	9L	2,0724	9,9544	2,01	11,16	2,0734	1,2044	0,8056	
2	1C	2,0509	9,9165	2,0024	11,136	2,0579	1,2128	0,7896		2	1M	2,0693	9,9538	2,0018	11,133	2,0711	1,1777	0,8241	
5	2C	2,0769	9,936	2,0024	11,311	2,0869	1,365	0,6374		5	2M	2,0794	9,9303	2,0015	11,275	2,0841	1,3396	0,6619	
5	3C	2,0793	9,9858	2,0017	11,375	2,0904	1,3781	0,6236		5	3M	2,0618	9,9972	2,0037	11,418	2,0651	1,4175	0,5862	
5	4C	2,0606	9,9177	2,0063	11,277	2,0714	1,3487	0,6576		5	4M	2,068	9,9596	2,0066	11,369	2,0759	1,4019	0,6047	
5	5C	2,0877	10,0181	2,0076	11,337	2,0925	1,3141	0,6935		5	5M	2,0824	9,9535	2,0097	11,339	2,0911	1,3766	0,6331	
5	6C	2,0457	9,9252	2,0071	11,322	2,0538	1,3889	0,6182		5	6M	2,0773	10,046	2,0082	11,428	2,0853	1,3745	0,6337	
5	7C	2,0825	9,9215	2,0029	11,322	2,09	1,393	0,6099		5	7M	2,0683	9,9515	2,0034	11,302	2,0755	1,3429	0,6605	
5	8C	2,0732	9,977	2,001	11,369	2,0789	1,3859	0,6151		5	8M	2,0641	9,9217	2,0132	11,297	2,0712	1,3679	0,6453	
4	9C	2,0922	10,0404	2,0049	11,339	2,0999	1,2908	0,7141		4	9M	2,0578	9,9296	2,006	11,271	2,0604	1,3386	0,6674	
4	1D	2,0627	9,9447	2,0023	11,228	2,071	1,2752	0,7271		4	1N	2,0927	9,9639	2,0078	11,269	2,0951	1,3028	0,705	
5	2D	2,0838	9,9371	2,0023	11,356	2,0914	1,4116	0,5907		5	2N	2,0836	10,012	2,006	11,397	2,0857	1,3831	0,6229	
5	3D	2,0798	9,9858	2,0044	11,427	2,0896	1,4309	0,5735		5	3N	2,0738	9,9284	2,0097	11,336	2,0815	1,3996	0,6101	
5	4D	2,066	9,9817	2,0028	11,409	2,0751	1,4185	0,5843		5	4N	2,0878	10,008	2,01	11,468	2,0965	1,4517	0,5583	
5	5D	2,069	9,9807	2,0125	11,167	2,0729	1,2827	0,7298		5	5N	2,0706	9,8963	2,0038	11,225	2,0781	1,321	0,6828	
5	6D	2,0539	9,9521	2,0066	11,37	2,0612	1,4101	0,5965		5	6N	2,0613	9,9912	2,0072	11,399	2,0692	1,3998	0,6074	
5	7D	2,0503	9,968	2,0039	11,401	2,0588	1,4248	0,5791		5	7N	2,0509	9,9259	2,0119	11,355	2,0574	1,4224	0,5895	
5	8D	2,0419	9,915	2,0067	11,285	2,0486	1,3631	0,6436		5	8N	2,0652	9,9516	2,0039	11,344	2,0694	1,3885	0,6154	
2	9D	2,1073	9,9742	2,0046	11,169	2,1125	1,1893	0,8153		2	9N	2,0926	9,9524	2,0056	11,155	2,0938	1,201	0,8046	
2	1E	2,0874	9,9981	2,0012	11,223	2,0932	1,2195	0,7817		2	1O	2,0846	9,9645	2,0076	11,103	2,085	1,1383	0,8693	
5	2E	2,0761	9,9226	2,0003	11,268	2,0849	1,3368	0,6635		5	2O	2,0752	9,9452	2,0082	11,283	2,078	1,3346	0,6736	
5	3E	2,0439	9,956	2,0012	11,364	2,053	1,3987	0,6025		5	3O	2,0772	9,9981	2,0113	11,321	2,0812	1,3188	0,6925	
5	4E	2,0716	9,9394	2,004	11,22	2,0797	1,2727	0,7313		5	4O	2,0619	9,8784	2,0015	11,295	2,0677	1,4107	0,5908	
5	5E	2,0449	9,927	2,0008	11,296	2,05	1,3638	0,637		5	5O	2,0891	9,9444	2,0009	11,345	2,0942	1,3954	0,6055	
5	6E	2,0542	9,9644	2,0024	11,377	2,0641	1,4025	0,5999		5	6O	2,0696	9,9667	2,0009	11,368	2,0747	1,3963	0,6046	
5	7E	2,0604	9,9111	2,001	11,357	2,0674	1,4393	0,5617		5	7O	2,0726	9,9764	2,0078	11,365	2,0791	1,3818	0,626	
5	8E	2,0633	9,9177	2,0004	11,3	2,0683	1,3774	0,623		5	8O	2,0937	9,9615	2,0066	11,319	2,0968	1,3541	0,6525	
4	9E	2,0739	9,9557	2,017	11,242	2,0789	1,2811	0,7359		4	9O	2,0805	10,011	2,0035	11,286	2,083	1,273	0,7305	
4	1F	2,0496	9,9079	2,006	11,242	2,0561	1,3276	0,6784		4	1P	2,0664	9,9778	2,0029	11,223	2,0673	1,2445	0,7584	
5	2F	2,0834	9,9833	2,0023	11,362	2,0917	1,3699	0,6324		5	2P	2,0666	9,9688	2,0034	11,284	2,069	1,3123	0,6911	
5	3F	2,0943	9,9913	2,0007	11,372	2,1011	1,3739	0,6268		5	3P	2,0719	9,9767	2,0073	11,294	2,0742	1,3152	0,6921	
5	4F	2,0504	9,931	2,0103	11,339	2,0579	1,4008	0,6095		5	4P	2,0567	9,9243	2,0091	11,288	2,0598	1,3605	0,6486	
5	5F	2,079	9,918	2,0108	11,339	2,0883	1,4113	0,5995		5	5P	2,0851	9,94	2,0036	11,296	2,0869	1,354	0,6496	
5	6F	2,0677	9,974	2,0013	11,401	2,0772	1,4177	0,5836		5	6P	2,0795	9,9675	2,0095	11,328	2,0815	1,3583	0,6512	
5	7F	2,0701	9,9697	2,0074	11,344	2,0761	1,3684	0,639		5	7P	2,0566	9,9631	2,0014	11,295	2,0604	1,3278	0,6736	
5	8F	2,0797	9,9709	2,0045	11,376	2,0869	1,3974	0,6071		5	8P	2,0656	9,9297	2,001	11,242	2,0666	1,311	0,69	
2	9F	2,1024	10,0209	2,0104	11,275	2,1052	1,2511	0,7593		2	9P	2,0691	9,9829	2,0018	11,091	2,0695	1,1078	0,894	
2	1G	2,0962	9,9972	2,0027	11,248	2,1007	1,2459	0,7568		1	1Q	2,0653	9,9541	2,0082	10,984	2,0655	1,0296	0,9786	
5	2G	2,0786	9,9087	2,0044	11,267	2,0869	1,3502	0,6542		3	2Q	2,0891	9,9635	2,0024	11,099	2,0893	1,1353	0,8671	
5	3G	2,0618	9,9786	2,0063	11,316	2,0698	1,3289	0,6774		3	3Q	2,0571	9,8971	2,0038	11,084	2,0588	1,1855	0,8183	
5	4G	2,0815	9,9574	2,0085	11,209	2,0906	1,2427	0,7658		3	4Q	2,0472	9,8679	2,0107	10,963	2,0483	1,094	0,9167	
5	5G	2,0602	9,958	2,0143	11,36	2,0687	1,3935	0,6208		3	5Q	2,0855	9,9732	2,007	11,181	2,0861	1,207	0,8	
5	6G	2,089	9,965	2,0047	11,373	2,0983	1,399	0,6057		3	6Q	2,0919	9,9529	2,0078	11,185	2,0924	1,2316	0,7762	
5	7G	2,0721	9,9406	2,0086	11,311	2,0826	1,3598	0,6488		3	7Q	2,0827	9,9422	2,0039	11,156	2,0844	1,2117	0,7922	
5	8G	2,0624	9,9732	2,0076	11,323	2,0696	1,343	0,6646		3	8Q	2,0469	9,9066	2,0072	11,115	2,0478	1,2071	0,8001	
4	9G	2,0755	9,9962	2,0037	11,355														

Tabella 37: liofilizzazione con tappo 1-leg: essiccamento primario quattro ore replica

FD-4h-1L									FD-4h-1L								
N° P.D.	Posizione	Pre-lyo	Post-lyo	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato	N° P.D.	Posizione	Pre-lyo	Post-lyo	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato
1	1A	2,0734	9,9672	2,0053	11,0767	2,0811	1,1018	0,9035	2	1I	2,0797	9,9521	2,0004	11,0683	2,0825	1,1134	0,887
3	2A	2,0677	9,9375	2,0006	11,1808	2,0758	1,2352	0,7654	5	2I	2,0708	9,9163	2,0033	11,2821	2,0803	1,3563	0,647
3	3A	2,1095	10,0128	2,0033	11,3437	2,1176	1,3228	0,6805	5	3I	2,0855	9,9535	2,0025	11,3604	2,0982	1,3942	0,6083
3	4A	2,0985	10,012	2,0064	11,1968	2,1081	1,1752	0,8312	5	4I	2,0584	9,9776	2,0046	11,411	2,0719	1,4199	0,5847
3	5A	2,074	10,0122	2,0048	11,2509	2,0839	1,2288	0,776	5	5I	2,077	9,9411	2,0076	11,3918	2,0926	1,4351	0,5725
3	6A	2,0623	9,9469	2,0055	11,1974	2,0725	1,2403	0,7652	5	6I	2,0613	9,9103	2,005	11,3415	2,0751	1,4174	0,5876
3	7A	2,0588	9,9346	2,0018	11,252	2,071	1,3052	0,6966	5	7I	2,0733	9,9835	2,0062	11,4191	2,0858	1,4231	0,5831
3	8A	2,0631	9,9412	2,004	11,1831	2,0709	1,2341	0,7699	5	8I	2,0741	9,995	2,0029	11,4024	2,0845	1,397	0,6059
2	9A	2,0772	9,9083	2,0001	11,0205	2,0831	1,1063	0,8938	4	9I	2,0671	9,9586	2,0013	11,3096	2,0676	1,3505	0,6508
4	1B	2,0828	10,0086	2,0043	11,2894	2,0977	1,2659	0,7384	4	1L	2,0553	10,0023	2,0045	11,3147	2,0595	1,3082	0,6963
5	2B	2,064	9,9356	2,0019	11,2487	2,0757	1,3014	0,7005	5	2L	2,074	9,9399	2,0052	11,2942	2,0844	1,3439	0,6613
5	3B	2,0924	9,9558	2,0037	11,3243	2,1041	1,3568	0,6469	5	3L	2,0605	9,9835	2,0074	11,3461	2,0752	1,3479	0,6595
5	4B	2,0706	9,9943	2,0005	11,3416	2,0823	1,3356	0,6649	5	4L	2,0895	9,9961	2,0007	11,4355	2,1051	1,4238	0,5769
5	5B	2,0791	9,927	2,0061	11,3316	2,0885	1,3952	0,6109	5	5L	2,0718	9,9216	2,0057	11,3148	2,0855	1,3795	0,6262
5	6B	2,0803	9,9403	2	11,3522	2,0909	1,4013	0,5987	5	6L	2,0685	9,9483	2,0047	11,3566	2,0823	1,3945	0,6102
5	7B	2,0526	10,023	2,0035	11,4277	2,0641	1,3932	0,6103	5	7L	2,0682	9,9276	2,001	11,1298	2,078	1,1924	0,8086
5	8B	2,0671	10,0029	2,0032	11,3759	2,0784	1,3617	0,6415	5	8L	2,0934	9,9636	2,0009	11,3004	2,0973	1,3329	0,668
2	9B	2,0776	9,9994	2,0062	11,0306	2,0858	1,1023	0,9832	2	1M	2,0513	9,9152	2,0077	11,1383	2,0514	1,223	0,7847
2	1C	2,0773	9,9898	2,0042	11,116	2,0832	1,1203	0,8839	2	1M	2,0806	9,9419	2,0011	11,0671	2,0833	1,1225	0,8786
5	2C	2,0496	9,928	2,0014	11,2658	2,0625	1,3249	0,6765	5	2M	2,0802	9,9619	2,0021	11,2851	2,0872	1,3162	0,6859
5	3C	2,0898	9,9468	2,0014	11,3621	2,1037	1,4014	0,6	5	3M	2,1002	9,9769	2,0008	11,3846	2,1128	1,3951	0,6057
5	4C	2,0465	9,938	2,0057	11,3479	2,0599	1,3965	0,6092	5	4M	2,0701	9,926	2	11,3688	2,0836	1,4293	0,5707
5	5C	2,0877	9,923	2,003	11,3504	2,1009	1,4142	0,5888	5	5M	2,0893	9,9727	2,0065	11,3696	2,1026	1,3836	0,6229
5	6C	2,0841	9,9459	2,0019	11,3569	2,0926	1,4025	0,5994	5	6M	2,0655	9,9454	2,0042	11,3119	2,0741	1,3579	0,6463
5	7C	2,0665	9,9392	2,0045	11,3465	2,0795	1,3943	0,6102	5	7M	2,0559	9,9489	2,0006	11,3184	2,0671	1,3583	0,6423
5	8C	2,0841	9,9786	2	11,3255	2,0993	1,3317	0,6683	5	8M	2,063	9,9001	2,0074	11,1466	2,0701	1,2394	0,768
4	9C	2,0632	9,9197	2,0065	11,2929	2,0744	1,362	0,6445	4	9M	2,0776	9,9391	2,0088	11,247	2,0802	1,3053	0,7035
4	1D	2,0664	9,944	2,008	11,2536	2,0791	1,2969	0,7111	4	1N	2,0963	9,9903	2,0008	11,2555	2,1015	1,26	0,7408
5	2D	2,0631	9,9455	2,0046	11,3058	2,0767	1,3467	0,6579	5	2N	2,0722	9,9755	2,0063	11,3247	2,0779	1,3435	0,6628
5	3D	2,0668	9,9297	2,0025	11,3847	2,0827	1,4391	0,5634	5	3N	2,1081	10,0296	2,0067	11,3868	2,1216	1,3437	0,663
5	4D	2,0769	9,9828	2,0014	11,4037	2,091	1,4068	0,5946	5	4N	2,0942	9,9445	2,0072	11,3325	2,1046	1,3776	0,6296
5	5D	2,0861	9,9925	2,0042	11,4461	2,1015	1,4382	0,566	5	5N	2,046	9,9103	2,0059	11,2249	2,0588	1,3018	0,7041
5	6D	2,0529	9,9031	2,0004	11,3642	2,0696	1,4444	0,556	5	6N	2,0588	9,8827	2,0051	11,2221	2,0687	1,3295	0,6756
5	7D	2,1049	9,9544	2,0079	11,3855	2,1127	1,4233	0,5846	5	7N	2,0927	9,9811	2,0053	11,2948	2,099	1,3074	0,6979
5	8D	2,0779	9,9442	2,0063	11,3672	2,0923	1,4086	0,5977	5	8N	2,0691	9,9384	2,0024	11,2988	2,074	1,3555	0,6469
2	9D	2,0636	10,0122	2,0031	11,2705	2,0698	1,2521	0,751	2	9N	2,0426	9,9233	2,0066	11,1379	2,0429	1,2143	0,7923
2	1E	2,0695	9,9612	2,001	11,1508	2,0767	1,1824	0,8186	2	1O	2,0523	9,9089	2,0064	11,0549	2,053	1,1453	0,8611
5	2E	2,0515	9,9573	2,0068	11,3632	2,0666	1,3908	0,616	5	2O	2,0796	9,9963	2,0046	11,2593	2,0837	1,2589	0,7457
5	3E	2,0621	9,9733	2,0079	11,3896	2,0785	1,3999	0,608	5	3O	2,0705	10,0328	2,0041	11,3161	2,0782	1,2756	0,7285
5	4E	2,0615	9,9222	2,0026	11,3478	2,0751	1,412	0,5906	5	4O	2,0617	9,9151	2,0013	11,2764	2,0709	1,3521	0,6492
5	5E	2,0773	10,0035	2,0081	11,3806	2,0847	1,3697	0,6384	5	5O	2,0896	9,9767	2,0026	11,3048	2,0968	1,3209	0,6817
5	6E	2,0844	9,9302	2,0018	11,3545	2,1023	1,4064	0,5954	5	6O	2,0584	9,9909	2,0091	11,3415	2,0676	1,3414	0,6677
5	7E	2,0874	9,9373	2,0039	11,4063	2,1016	1,4548	0,5491	5	7O	2,0752	9,9526	2,0031	11,2601	2,0789	1,3038	0,6993
5	8E	2,0704	9,9534	2,0042	11,3874	2,0856	1,4188	0,5854	5	8O	2,0699	9,9177	2,0013	11,2735	2,0766	1,3491	0,6522
4	9E	2,0861	10,0032	2,003	11,2763	2,0951	1,2641	0,7389	4	9O	2,0494	9,9365	2,0069	11,2124	2,0502	1,2751	0,7318
4	1F	2,0694	9,9607	2,0032	11,265	2,0804	1,2933	0,7099	4	1P	2,0817	9,9804	2,0028	11,2463	2,0838	1,2638	0,739
5	2F	2,0651	9,9514	2,0014	11,3337	2,0796	1,3678	0,6336	5	2P	2,0718	9,9998	2,0018	11,3373	2,0753	1,334	0,6678
5	3F	2,0735	9,9923	2,0074	11,4194	2,09	1,4106	0,5968	5	3P	2,0518	9,9405	2,0052	11,3081	2,056	1,3634	0,6418
5	4F	2,0635	9,9366	2,0052	11,3564	2,0786	1,4047	0,6005	5	4P	2,0702	9,9599	2,0041	11,2803	2,0742	1,3164	0,6877
5	5F	2,1027	9,9924	2,0061	11,4127	2,1155	1,4075	0,5986	5	5P	2,0619	9,9254	2,0033	11,1204	2,0678	1,1891	0,8142
5	6F	2,0837	9,9905	2,0058	11,4	2,0949	1,3983	0,6075	5	6P	2,0684	9,9354	2,0085	11,2387	2,073	1,2987	0,7098
5	7F	2,0816	9,983	2,0079	11,2232	2,0949	1,2269	0,781	5	7P	2,0458	9,9544	2,0079	11,305	2,0501	1,3463	0,6616
5	8F	2,0837	9,9183	2,0044	11,3412	2,0935	1,4131	0,5913	5	8P	2,0485	9,9136	2,007	11,2069	2,0494	1,2924	0,7146
2	9F	2,0621	9,9558	2,0054	11,2218	2,064	1,2641	0,7413	2	9P	2,0486	9,9396	2,0069	11,0555	2,0483	1,1162	0,8907
2	1G	2,073	9,9202	2,0065	11,1258	2,0786	1,2	0,8065	1	1Q	2,0738	9,9401	2,0071	10,969	2,074	1,0287	0,9784
5	2G	2,0765	9,9444	2,0012	11,2875	2,087	1,3326	0,6686	3	2Q	2,0687	9,9478	2,0108	11,1028	2,0693	1,1544	0,8564
5	3G	2,0752	9,9662	2,0045	11,3755	2,0893	1,3952	0,6093	3	3Q	2,0683	9,9772	2,0052	11,1111	2,069	1,1332	0,872
5	4G	2,0754	9,9654	2,0038	11,4091	2,0863	1,4328	0,571	3	4Q	2,0673	10,0231	2,0038	11,1948	2,0675	1,1715	0,8323
5	5G	2,0707	9,9461	2,006	11,3011	2,0843	1,3414	0,6646	3	5Q	2,0931	9,9852	2,0102	11,02	2,0931	1,0348	0,9754
5	6G	2,062	9,936	2,0056	11,3631	2,079	1,4101	0,5985	3	6Q	2,0452	9,9455	2,0029	11,0507	2,0452	1,1052	0,8977
5	7G	2,0711	9,9227	2,006	11,3071	2,0829	1,3726	0,6334	3	7Q	2,0797	10,0452	2,0097	11,2098	2,0798	1,1645	0,8452
5	8G	2,0688	9,9605	2,0026	11,3916	2,0803	1,4196	0,583	3	8Q	2,081	9,9787	2,0021	11,1511	2,0811	1,1723	0,8298
4	9G	2,0658	9,9976	2,0032	11,2504	2,0703	1,2483	0,7549	2	9Q	2,0682	9,893	2,005	11,0064	2,0683	1,1133	0,8917
4	1H	2,0869	9,9538	2,0051	11,2883	2,0969	1,3245	0,6806									
5	2H	2,0876	9,9589	2,0056	11,2715	2,0925	1,3077	0,6979									
5	3H	2,0656	10,0164	2,0027	11,4505	2,081	1,4187	0,584									

Tabella 38: liofilizzazione con tappo 2-leg: essiccamento primario quattro ore

							FD-4h-2L									FD-4h-2L		
N°P.D	Posizione	Pre-lyo	Peso tara	Peso liquido	Post-lyo	Peso tara	residuo vial	sublimato	N°P.D	Posizione	Pre-lyo	Peso tara	Peso liquido	Post-lyo	Peso tara	residuo vial	sublimato	
1 1A	2,0903	10,0018	2,0065	11,0206	2,0965	1,0126	0,9939		2 1I	2,0749	9,9425	2,0053	11,0082	2,0763	1,0643	0,941		
3 2A	2,0981	9,9311	2,0001	10,9336	2,1063	0,9943	1,0058		5 2I	2,0995	10,0025	2,0007	11,3158	2,1005	1,3123	0,6884		
3 3A	2,095	9,9739	2,0013	11,0175	2,1014	1,0372	0,9641		5 3I	2,1047	10,0081	2,0066	11,3913	2,1078	1,3801	0,6285		
3 4A	2,0671	9,971	2,0006	11,0019	2,0725	1,0255	0,9751		5 4I	2,0998	9,9821	2,0181	11,3382	2,102	1,3539	0,6642		
3 5A	2,0954	9,9645	2,0033	11,0098	2,1009	1,0398	0,9635		5 5I	2,1123	10,0021	2,0021	11,401	2,1142	1,397	0,6051		
3 6A	2,102	9,9155	2,0103	11,0185	2,1064	1,0886	0,9117		5 6I	2,0837	9,9732	2,0138	11,3682	2,0856	1,3931	0,6207		
3 7A	2,0905	10,0076	2,0016	10,9115	2,0955	0,8989	1,1027		5 7I	2,0921	9,9509	2,0041	11,3293	2,0937	1,3768	0,6273		
3 8A	2,0717	9,9554	2,0016	11,0167	2,0778	1,0552	0,9464		5 8I	2,1077	9,9439	2,0072	11,288	2,1086	1,3432	0,664		
2 9A	2,0852	9,966	2,0008	10,9389	2,0891	0,969	1,0318		4 9I	2,1007	9,9487	2,0075	11,0289	2,1022	1,0787	0,9288		
4 1B	2,1028	9,967	2,0016	11,1571	2,1091	1,1838	0,8178		4 1L	2,0977	9,9389	2,0006	10,9908	2,0985	1,0511	0,9495		
5 2B	2,1077	9,9897	2,0024	11,2021	2,1132	1,2069	0,7955		5 2L	2,092	9,9476	2,0107	11,2493	2,0937	1,3	0,7107		
5 3B	2,0964	9,972	2,0043	11,2819	2,1036	1,3027	0,7016		5 3L	2,0981	9,9752	2,0049	11,2878	2,0992	1,3115	0,6934		
5 4B	2,0837	9,9892	2,0139	11,0463	2,091	1,1398	0,8741		5 4L	2,1055	9,9808	2,0008	11,3548	2,1061	1,3734	0,6274		
5 5B	2,0835	9,9509	2,0106	11,29	2,09	1,3326	0,678		5 5L	2,0968	9,9932	2,0066	11,432	2,0984	1,4372	0,5694		
5 6B	2,0939	9,9748	2,0033	11,3268	2,0994	1,3465	0,6568		5 6L	2,1056	9,9544	2,0066	11,2137	2,1061	1,2588	0,7478		
5 7B	2,1061	9,9945	2,0007	11,0979	2,1126	1,0969	0,9038		5 7L	2,0863	9,9668	2,0004	11,3161	2,0862	1,3494	0,651		
5 8B	2,1113	10,0882	2,0055	11,2432	2,1166	1,1497	0,8558		5 8L	2,0941	10,0151	2,0033	11,1899	2,0947	1,1742	0,8291		
2 9B	2,1016	10,0465	2,0169	11,075	2,104	1,0261	0,9908		2 9L	2,0778	9,9596	2,0054	11,1024	2,0785	1,1421	0,8633		
2 1C	2,0778	9,9431	2,0028	11,0923	2,0799	1,1471	0,8557		2 1M	2,1119	9,9961	2,01	11,1742	2,1121	1,1779	0,8321		
5 2C	2,1046	9,9637	2,001	11,2523	2,1106	1,2826	0,7184		5 2M	2,0922	9,9438	2,0127	11,1027	2,0929	1,1822	0,8545		
5 3C	2,1023	10,0084	2,0054	11,3404	2,1083	1,326	0,6794		5 3M	2,1001	10,0348	2,0062	11,351	2,1004	1,3159	0,6903		
5 4C	2,1	9,9568	2,0035	11,2041	2,106	1,2413	0,7622		5 4M	2,0908	9,9826	2,0033	11,3823	2,0925	1,398	0,6053		
5 5C	2,1158	10,0462	2,0039	11,3823	2,1211	1,3308	0,6731		5 5M	2,0847	9,9553	2,0107	11,3278	2,0853	1,3719	0,6388		
5 6C	2,0956	9,9749	2	11,181	2,1019	1,1998	0,8002		5 6M	2,119	10,0878	2,0019	11,4345	2,1196	1,3461	0,6558		
5 7C	2,088	9,9263	2,0023	11,2052	2,0926	1,2743	0,728		5 7M	2,1045	9,9871	2,0027	11,2841	2,1051	1,2964	0,7063		
5 8C	2,098	10,002	2,0036	11,3778	2,1035	1,3703	0,6333		5 8M	2,1014	9,9588	2,0024	11,3046	2,102	1,3452	0,6572		
4 9C	2,0827	10,0306	2,0088	11,3083	2,0853	1,2751	0,7337		4 9M	2,0958	9,9679	2,0009	11,2313	2,0962	1,263	0,7379		
4 1D	2,0942	9,9763	2,0016	11,2329	2,0979	1,2529	0,7487		4 1N	2,082	9,9525	2,0011	11,2015	2,0818	1,2492	0,7519		
5 2D	2,0902	9,9437	2,0089	11,1867	2,0944	1,2388	0,7701		5 2N	2,1021	10,0291	2,0039	11,2726	2,1021	1,2435	0,7604		
5 3D	2,0806	9,9882	2,004	11,3758	2,0872	1,383	0,621		5 3N	2,0862	9,941	2,0039	11,2265	2,0875	1,2842	0,7197		
5 4D	2,1008	10,0163	2,0054	11,3051	2,1052	1,2844	0,721		5 4N	2,0942	10,0143	2,0039	11,3943	2,095	1,3792	0,6247		
5 5D	2,0942	9,9066	2,0021	11,2033	2,0994	1,2915	0,7106		5 5N	2,1017	9,9275	2,0039	11,2839	2,1021	1,356	0,6479		
5 6D	2,1009	9,9989	2,0033	11,2819	2,1067	1,2772	0,7261		5 6N	2,0984	10,0282	2,0026	11,3869	2,0997	1,3574	0,6452		
5 7D	2,1174	10,0345	2,0023	11,3926	2,1224	1,3531	0,6492		5 7N	2,1007	9,9749	2,0053	11,311	2,1012	1,3356	0,6697		
5 8D	2,098	9,9709	2,0103	11,3343	2,1011	1,3603	0,65		5 8N	2,0983	9,9843	2,0014	11,1756	2,0986	1,191	0,8104		
2 9D	2,0843	9,9509	2,008	11,0672	2,085	1,1156	0,8924		2 9N	2,0792	9,9387	2,0016	11,0714	2,0794	1,1325	0,8691		
2 1E	2,0998	10,0107	2,0124	11,1646	2,1006	1,1531	0,8593		2 1O	2,0797	9,9591	2,0073	11,0085	2,0801	1,049	0,9583		
5 2E	2,1059	9,9524	2,0092	11,3147	2,1086	1,3596	0,6496		5 2O	2,0938	9,9633	2,0057	11,0344	2,0939	1,071	0,9347		
5 3E	2,0988	10,0108	2,004	11,4145	2,1035	1,399	0,605		5 3O	2,0932	10,0136	2,0034	11,1978	2,0935	1,1839	0,8195		
5 4E	2,0878	9,9556	2,0139	11,3363	2,0937	1,3748	0,6391		5 4O	2,0976	9,9139	2,0011	11,3017	2,0983	1,3871	0,614		
5 5E	2,0914	9,9731	2,0041	11,3246	2,0964	1,3465	0,6576		5 5O	2,0892	9,9444	2,0022	11,2906	2,0896	1,3458	0,6564		
5 6E	2,1049	10,0137	2,0064	11,4047	2,1097	1,3862	0,6202		5 6O	2,0808	9,9774	2,0108	11,3762	2,0816	1,398	0,6128		
5 7E	2,1	9,9506	2,0027	11,3124	2,1041	1,3577	0,645		5 7O	2,1035	10,0072	2,0109	11,2573	2,1038	1,2498	0,7611		
5 8E	2,0837	9,9377	2,0051	11,2218	2,0877	1,2801	0,725		5 8O	2,0872	9,9558	2,0016	11,2516	2,0879	1,2951	0,7065		
4 9E	2,1105	9,9923	2,0063	11,1885	2,1114	1,1953	0,811		4 9O	2,0809	10,0106	2,0087	11,1065	2,0814	1,0954	0,9133		
4 1F	2,0985	9,9563	2,0159	11,263	2,0997	1,3055	0,7104		4 1P	2,0974	10,0088	2,0049	10,9963	2,0982	0,9867	1,0182		
5 2F	2,0797	9,9793	2,0101	11,3489	2,0834	1,3659	0,6442		5 2P	2,0962	9,9983	2,0057	11,0026	2,0966	1,0039	1,0018		
5 3F	2,0857	9,9829	2,0089	11,3282	2,0904	1,3406	0,6683		5 3P	2,1009	10,0058	2,0056	11,2341	2,1012	1,228	0,7776		
5 4F	2,0724	9,9526	2,0002	11,3686	2,077	1,4094	0,5908		5 4P	2,0916	9,9591	2,0066	11,2829	2,0926	1,3228	0,6838		
5 5F	2,081	9,9199	2,0156	11,3464	2,0856	1,4219	0,5937		5 5P	2,095	9,9492	2,0027	11,2587	2,0954	1,3091	0,6936		
5 6F	2,1154	10,0208	2,0088	11,1729	2,1204	1,1471	0,8617		5 6P	2,1081	9,9962	2,0033	11,2129	2,1089	1,2159	0,7874		
5 7F	2,0971	9,9971	2,0053	11,1076	2,101	1,1066	0,8987		5 7P	2,1019	10,0081	2,0108	11,0908	2,1023	1,0823	0,9285		
5 8F	2,1011	9,9921	2,0046	11,2737	2,1021	1,2806	0,724		5 8P	2,0962	9,9596	2,0013	11,205	2,0963	1,2453	0,756		
2 9F	2,1	10,0286	2,0061	11,2373	2,1107	1,198	0,8081		2 9P	2,1099	10,0239	2,0045	10,9816	2,1105	0,9571	1,0474		
2 1G	2,0821	9,9828	2,0076	11,0702	2,083	1,0865	0,9211		1 1Q	2,084	9,9714	2,0004	10,8086	2,0847	0,8365	1,1639		
5 2G	2,1172	9,9469	2,0105	11,2147	2,1195	1,2655	0,745		3 2Q	2,1159	9,99	2,0003	11,0231	2,116	1,033	0,9673		
5 3G	2,0995	10,0164	2,0017	11,3558	2,1023	1,3366	0,6651		3 3Q	2,0788	9,9178	2,0067	10,8904	2,0791	0,9723	1,0344		
5 4G	2,0966	9,9721	2,0052	11,3539	2,1007	1,3777	0,6275		3 4Q	2,0851	9,9056	2,0116	11,0742	2,0858	1,1679	0,8437		
5 5G	2,0929	9,9905	2,0035	11,3333	2,0971	1,3386	0,6649		3 5Q	2,0804	9,9671	2,0026	11,1086	2,0801	1,1418	0,8608		
5 6G	2,085	10,9184	2,0081	12,325	2,0893	1,4023	0,6058		3 6Q	2,0917	9,9538	2,0059	11,0642	2,0924	1,1097	0,8962		
5 7G	2,0934	9,9615	2	11,3399	2,0969	1,3749	0,6251		3 7Q	2,0914	9,9511	2,003	10,9594	2,0915	1,0082	0,9948		
5 8G	2,1082	10,0187	2,0043	11,3838	2,1099	1,3634	0,6409		3 8Q	2,1093	9,969	2,0056	10,9676	2,1097	0,9982	1,0074		
4 9G	2,0831	10,0036	2,0059	11,3181	2,0841	1,3135	0,6924		2 9Q	2,1038	9,9786	2,0046	11,0156	2,1041	1,0367	0,9679		
4 1H	2,0946	9,9436	2,006	11,2117	2,0952	1,2675	0,7385											
5 2H	2,106	9,9984	2,0007	11,299	2,1075	1,2991	0,7016								1,23189037	0,773413		
5 3H	2,1087	9,9999	2,0017	11,236														

Tabella 39: liofilizzazione con tappo 2-leg: essiccamento primario quattro ore (replica)

N° P.D.	Posizione	FD-4h-2L			FD-4h-2L			Pre-lyo	Post-lyo	Pre-lyo	FD-4h-2L	Post-lyo	residuo	sublimato			
		Pre-lyo	Peso tot	Peso liquido	Peso tot	Peso liquido	Peso tot										
1	1A	2,0881	10,0006	2,0042	11,0994	2,0953	1,0916	0,9126	2	11	2,1095	9,9767	2,0093	11,058	2,1125	1,0783	0,931
3	2A	2,0863	9,9194	2,0068	11,0761	2,0962	1,1468	0,86	5	21	2,0745	9,9778	2,0035	11,303	2,084	1,3157	0,6878
3	3A	2,0952	9,9751	2,0036	11,1599	2,1049	1,1751	0,8285	5	31	2,0833	9,9855	2,0061	11,3673	2,0958	1,3693	0,6368
3	4A	2,0799	9,9843	2,0036	11,3041	2,0898	1,3099	0,6937	5	41	2,0944	9,9774	2,0058	11,3848	2,108	1,3938	0,612
3	5A	2,1028	9,972	2,0013	11,2411	2,1123	1,2596	0,7417	5	51	2,0836	9,974	2,0039	11,2991	2,0966	1,3121	0,6918
3	6A	2,0823	9,896	2	11,1764	2,091	1,2717	0,7283	5	61	2,0879	9,9779	2,0036	11,3394	2,0979	1,3515	0,6521
3	7A	2,0895	10,0069	2,0086	11,1486	2,0982	1,133	0,8756	5	71	2,0849	9,9444	2,0015	11,2932	2,0938	1,3399	0,6616
3	8A	2,0986	9,9825	2,0063	11,2237	2,1083	1,2315	0,7748	5	81	2,0891	9,9256	2,0068	11,1389	2,0958	1,2766	0,8002
2	9A	2,1095	9,9902	2,0053	11,1584	2,118	1,1597	0,8456	4	91	2,1176	9,9657	2,0059	11,2477	2,1207	1,2079	0,727
4	1B	2,0887	9,9534	2,0077	11,2355	2,0998	1,271	0,7367	4	11L	2,0985	9,9403	2,0059	11,1906	2,1033	1,2455	0,7604
5	2B	2,0927	9,9753	2,009	11,3314	2,1048	1,344	0,665	5	2L	2,1008	9,9572	2,0054	11,2558	2,1098	1,2896	0,7158
5	3B	2,1103	9,986	2,0015	11,2349	2,1209	1,2383	0,7632	5	3L	2,0965	9,9739	2,0072	11,3429	2,1077	1,3578	0,6494
5	4B	2,0897	9,905	2,0059	11,2514	2,1012	1,3349	0,671	5	4L	2,1138	9,9901	2,0145	11,3352	2,1259	1,333	0,6815
5	5B	2,1015	9,9691	2,0087	11,3568	2,1133	1,3759	0,6328	5	5L	2,0984	9,9952	2,0059	11,3773	2,1108	1,3697	0,6362
5	6B	2,1154	9,9959	2,0027	11,2958	2,1265	1,2888	0,7139	5	6L	2,0949	9,9446	2,0107	11,2639	2,1054	1,3088	0,7019
5	7B	2,0843	9,9718	2,0042	11,2572	2,0955	1,2742	0,73	5	7L	2,1068	9,9884	2,0073	11,2961	2,1147	1,2998	0,7075
5	8B	2,0938	10,0725	2,0089	11,348	2,1025	1,2668	0,7421	5	8L	2,118	10,0395	2,0085	11,3948	2,126	1,3473	0,6612
2	9B	2,0895	10,035	2,0042	11,1173	2,0977	1,0741	0,9301	2	9L	2,0715	9,9536	2,0091	11,0487	2,0718	1,0948	0,9143
2	1C	2,1086	9,978	2,0019	11,0784	2,1158	1,0932	0,9087	2	1M	2,0934	9,9776	2,0025	11,1296	2,0956	1,1498	0,8527
5	2C	2,0911	9,95	2,0024	11,3187	2,1033	1,3565	0,6459	5	2M	2,0965	9,9476	2,0025	11,2082	2,1025	1,2546	0,7479
5	3C	2,0909	9,9973	2,0092	11,3881	2,1035	1,3782	0,631	5	3M	2,0863	10,0217	2,0143	11,3941	2,0959	1,3628	0,6515
5	4C	2,0888	9,946	2,0048	11,0724	2,1014	1,1138	0,891	5	4M	2,0789	9,9702	2,0085	11,3698	2,0885	1,39	0,6185
5	5C	2,0948	10,0251	2,0003	11,3537	2,1055	1,3179	0,6824	5	5M	2,1054	9,9769	2,0095	11,2553	2,1162	1,2676	0,7419
5	6C	2,0981	9,9772	2,0061	11,3277	2,1096	1,339	0,6671	5	6M	2,0894	10,0587	2,0004	11,3925	2,0997	1,3235	0,6769
5	7C	2,0878	9,9268	2,0132	11,3316	2,0964	1,3962	0,617	5	7M	2,1115	9,9945	2,0012	11,3078	2,1228	1,302	0,6992
5	8C	2,1018	10,006	2,0079	11,392	2,112	1,3758	0,6321	5	8M	2,0983	9,9559	2,0119	11,3198	2,1086	1,3536	0,6583
4	9C	2,0993	10,0463	2,0058	11,3655	2,1066	1,3119	0,6939	4	9M	2,0851	9,957	2,0006	11,2363	2,0878	1,2766	0,724
4	1D	2,1019	9,9837	2,0053	11,1412	2,1115	1,1479	0,8574	4	1N	2,0944	9,966	2,0088	11,2281	2,0986	1,2579	0,7509
5	2D	2,0895	9,9432	2,0016	11,3266	2,1012	1,3717	0,6299	5	2N	2,0775	10,0062	2,0041	11,3671	2,0832	1,3552	0,6489
5	3D	2,0853	9,9913	2,0035	11,3788	2,0962	1,3766	0,6269	5	3N	2,0988	9,9535	2,001	11,2971	2,1092	1,3332	0,6678
5	4D	2,0917	10,0077	2,0064	11,4252	2,1025	1,4067	0,5997	5	4N	2,0976	10,0175	2,0015	11,4261	2,1067	1,3995	0,602
5	5D	2,0956	9,9075	2,0095	11,3026	2,1055	1,3852	0,6243	5	5N	2,0975	9,9234	2,0148	11,3013	2,1062	1,3692	0,6456
5	6D	2,0674	9,9656	2,0053	11,3343	2,0766	1,3595	0,6458	5	6N	2,1059	10,0358	2,0091	11,4208	2,1137	1,3772	0,6319
5	7D	2,0803	9,998	2,0028	11,3505	2,0898	1,343	0,6598	5	7N	2,1125	9,9873	2,0051	11,3471	2,1195	1,3528	0,6523
5	8D	2,1084	9,9813	2,0026	11,3526	2,1156	1,3641	0,6385	5	8N	2,0853	9,9716	2,0027	11,2951	2,0912	1,3176	0,6851
2	9D	2,0994	9,9663	2,0007	11,1524	2,1029	1,1826	0,8181	2	9N	2,0987	9,9587	2,0054	10,9759	2,0988	1,0171	0,9883
5	1E	2,0817	9,9925	2,0088	11,1278	2,0871	1,1299	0,8789	2	10	2,0836	9,9635	2,004	11,0181	2,0842	1,054	0,95
5	2E	2,0895	9,936	2,0033	11,2342	2,1002	1,2875	0,7158	5	20	2,1098	9,9796	2,0095	11,2082	2,1124	1,226	0,7835
5	3E	2,1096	10,0213	2,0055	11,4293	2,1198	1,3978	0,6077	5	30	2,0984	10,0193	2,0029	11,2814	2,1036	1,2569	0,746
5	4E	2,101	9,9693	2,0066	11,3466	2,1114	1,3669	0,6397	5	40	2,109	9,9252	2,0143	11,289	2,1156	1,3572	0,6571
5	5E	2,1083	9,99	2,0031	11,4013	2,118	1,4016	0,6015	5	50	2,077	9,9326	2,0044	11,2284	2,0812	1,2916	0,7128
5	6E	2,0929	10,003	2,0029	11,3968	2,1039	1,3828	0,6201	5	60	2,1172	10,0144	2,004	11,3633	2,1245	1,3416	0,6624
5	7E	2,0811	9,9317	2,0021	11,291	2,0913	1,3491	0,653	5	70	2,0819	9,9857	2,0095	11,3038	2,0866	1,3134	0,6961
5	8E	2,1163	9,9706	2,004	11,2937	2,1257	1,3137	0,6903	5	80	2,079	9,9467	2,0006	11,235	2,0845	1,2828	0,7178
4	9E	2,0923	9,9744	2,0089	11,2123	2,1007	1,2295	0,7794	4	90	2,0849	10,0151	2,0059	11,1021	2,0852	1,0867	0,9192
4	1F	2,1182	9,977	2,0074	11,1994	2,1265	1,2141	0,7933	4	1P	2,1055	10,017	2,0078	11,2314	2,1059	1,214	0,7938
5	2F	2,091	9,9911	2,0026	11,3469	2,102	1,3448	0,6578	5	2P	2,1026	10,0047	2,0096	11,2043	2,1042	1,198	0,8116
5	3F	2,1101	10,0071	2,0057	11,3734	2,1222	1,3542	0,6515	5	3P	2,1054	10,011	2,0045	11,2943	2,1065	1,2822	0,7223
5	4F	2,0923	9,9732	2,0123	11,3655	2,1039	1,3807	0,6316	5	4P	2,0883	9,9558	2,0042	11,2421	2,0905	1,2841	0,7201
5	5F	2,1035	9,9425	2,0013	11,3583	2,1151	1,4042	0,5971	5	5P	2,0784	9,9329	2,0056	11,1921	2,0819	1,2557	0,7499
5	6F	2,0803	9,9866	2,0047	11,3587	2,0905	1,3619	0,6428	5	6P	2,0994	9,9875	2,0021	11,1583	2,1019	1,1683	0,8338
5	7F	2,1131	10,0129	2,0041	11,3202	2,1242	1,2962	0,7079	5	7P	2,0854	9,9922	2,0044	10,9012	2,0873	0,9071	1,0973
5	8F	2,0934	9,9848	2,0015	11,3484	2,0998	1,3572	0,6443	5	8P	2,0928	9,9566	2,009	11,0391	2,0931	1,0822	0,9268
2	9F	2,1011	10,0197	2,0063	11,2057	2,1023	1,1848	0,8215	2	9P	2,0845	9,9986	2,0094	10,9218	2,0845	0,9232	1,0862
2	1G	2,0979	9,9988	2,0034	11,1859	2,1012	1,1838	0,8196	1	1Q	2,1008	9,9895	2,0004	10,6419	2,1008	0,6524	1,348
5	2G	2,1125	9,9429	2,0057	11,2745	2,1226	1,3215	0,6842	3	2Q	2,0915	9,9659	2,0006	10,9516	2,0918	0,9854	1,0152
5	3G	2,0794	9,9963	2,002	11,3685	2,0903	1,3613	0,6407	3	3Q	2,1088	9,9488	2,0119	10,9264	2,1088	0,9776	1,0343
5	4G	2,093	9,9693	2,0058	11,3704	2,106	1,3881	0,6177	3	4Q	2,1117	9,9322	2,01	10,8033	2,1123	0,8705	1,1395
5	5G	2,1198	10,018	2,0087	11,431	2,1318	1,401	0,6077	3	5Q	2,1						

Tabella 40: liofilizzazione con tappo 4-leg: essiccamento primario quattro ore

Pre-lyo				FD-4h-4L				Post-lyo				Pre-lyo				FD-4h-4L				Post-lyo								
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Pesotara	Pesoliquido	Pesotot residuo	Peso tappo	peso residuo	sublimato		N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Pesotara	Pesoliquido	Pesotot residuo	Peso tappo	peso residuo	sublimato		N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Pesotara	Pesoliquido	Pesotot residuo	Peso tappo	peso residuo	sublimato
1	1A	2,5407	10,4535	2,011	11,5242	2,5482	1,0632	0,9478		2	1I	2,5616	10,4283	2,0056	11,6029	2,5628	1,1734	0,8322		2	1I	2,5616	10,4283	2,0056	11,6029	2,5628	1,1734	0,8322
3	2A	2,6884	10,5215	2,0148	11,7515	2,6983	1,2201	0,7947		5	2I	2,5598	10,463	2,0056	11,8223	2,5685	1,3506	0,655		5	2I	2,5598	10,463	2,0056	11,8223	2,5685	1,3506	0,655
3	3A	2,6254	10,5054	2,0006	11,7803	2,6322	1,2681	0,7325		5	3I	2,5718	10,4738	2,0036	11,7921	2,5804	1,3097	0,6939		5	3I	2,5718	10,4738	2,0036	11,7921	2,5804	1,3097	0,6939
3	4A	2,5264	10,4307	2,0061	11,7133	2,5316	1,2774	0,7287		5	4I	2,5254	10,4084	2,0015	11,7838	2,5368	1,364	0,6375		5	4I	2,5254	10,4084	2,0015	11,7838	2,5368	1,364	0,6375
3	5A	2,5591	10,4281	2,0088	11,7214	2,5643	1,2881	0,7207		5	5I	2,5242	10,4145	2,003	11,7829	2,5342	1,3584	0,6446		5	5I	2,5242	10,4145	2,003	11,7829	2,5342	1,3584	0,6446
3	6A	2,5266	10,3401	2,005	11,6687	2,5339	1,3213	0,6837		5	6I	2,5254	10,4152	2,0101	11,8557	2,5354	1,4305	0,5796		5	6I	2,5254	10,4152	2,0101	11,8557	2,5354	1,4305	0,5796
3	7A	2,5132	10,4302	2,0024	11,6839	2,5236	1,2433	0,7591		5	7I	2,5451	10,4045	2,0048	11,7788	2,5553	1,3641	0,6407		5	7I	2,5451	10,4045	2,0048	11,7788	2,5553	1,3641	0,6407
3	8A	2,5202	10,4043	2,0018	11,6532	2,5252	1,2439	0,7579		5	8I	2,5686	10,4053	2,0129	11,7704	2,5765	1,3572	0,6557		5	8I	2,5686	10,4053	2,0129	11,7704	2,5765	1,3572	0,6557
2	9A	2,5906	10,4712	2,0022	11,6801	2,5964	1,2031	0,7991		4	9I	2,5916	10,4396	2,0002	11,7441	2,59938	1,29672	0,70348		4	9I	2,5916	10,4396	2,0002	11,7441	2,59938	1,29672	0,70348
4	1B	2,5399	10,4046	2,0057	11,7061	2,5472	1,2942	0,7115		4	1I	2,5296	10,3713	2,0017	11,6397	2,5335	1,2645	0,7372		4	1I	2,5296	10,3713	2,0017	11,6397	2,5335	1,2645	0,7372
5	2B	2,5668	10,4497	2,0037	11,7979	2,5751	1,3399	0,6638		5	2I	2,5432	10,3997	2,0018	11,7534	2,5502	1,3467	0,6551		5	2I	2,5432	10,3997	2,0018	11,7534	2,5502	1,3467	0,6551
5	3B	2,5826	10,4582	2,004	11,7881	2,5917	1,3208	0,6832		5	3I	2,5807	10,4581	2,0083	11,8256	2,5906	1,3576	0,6507		5	3I	2,5807	10,4581	2,0083	11,8256	2,5906	1,3576	0,6507
5	4B	2,653	10,4683	2,0049	11,7418	2,6626	1,2639	0,741		5	4I	2,5863	10,4625	2,0024	11,8337	2,5969	1,3606	0,6418		5	4I	2,5863	10,4625	2,0024	11,8337	2,5969	1,3606	0,6418
5	5B	2,5423	10,4091	2,0051	11,7974	2,5489	1,3817	0,6234		5	5I	2,5202	10,4171	2,0013	11,8321	2,5308	1,4044	0,5969		5	5I	2,5202	10,4171	2,0013	11,8321	2,5308	1,4044	0,5969
5	6B	2,5027	10,3833	2,0028	11,7661	2,5112	1,3743	0,6285		5	6I	2,5443	10,394	2,0046	11,6784	2,5524	1,2763	0,7283		5	6I	2,5443	10,394	2,0046	11,6784	2,5524	1,2763	0,7283
5	7B	2,6335	10,5211	2,0009	11,8113	2,6403	1,2834	0,7175		5	7I	2,5692	10,4506	2,0027	11,8099	2,5769	1,3516	0,6511		5	7I	2,5692	10,4506	2,0027	11,8099	2,5769	1,3516	0,6511
5	8B	2,5613	10,5398	2,0001	11,8767	2,5683	1,3299	0,6702		5	8I	2,5539	10,4753	2,0074	11,8296	2,5584	1,3498	0,6576		5	8I	2,5539	10,4753	2,0074	11,8296	2,5584	1,3498	0,6576
2	9B	2,5724	10,5175	2,0039	11,7094	2,5768	1,1875	0,8164		2	9I	2,5233	10,4054	2,0004	11,5366	2,524	1,1305	0,8699		2	9I	2,5233	10,4054	2,0004	11,5366	2,524	1,1305	0,8699
2	1C	2,597	10,4626	2,0045	11,6532	2,6034	1,1842	0,8203		2	1I	2,54	10,4241	2,0003	11,5939	2,5405	1,1693	0,831		2	1I	2,54	10,4241	2,0003	11,5939	2,5405	1,1693	0,831
5	2C	2,5543	10,4137	2,0021	11,7807	2,5635	1,3578	0,6443		5	2M	2,538	10,3892	2,0006	11,7192	2,5431	1,3249	0,6757		5	2M	2,538	10,3892	2,0006	11,7192	2,5431	1,3249	0,6757
5	3C	2,5678	10,4743	2,0042	11,8437	2,5774	1,3598	0,6444		5	3M	2,6084	10,5438	2,0056	11,938	2,6178	1,3848	0,6208		5	3M	2,6084	10,5438	2,0056	11,938	2,6178	1,3848	0,6208
5	4C	2,5362	10,3934	2,0052	11,7563	2,5464	1,3527	0,6525		5	4M	2,5566	10,448	2,0061	11,8604	2,5666	1,4024	0,6037		5	4M	2,5566	10,448	2,0061	11,8604	2,5666	1,4024	0,6037
5	5C	2,5643	10,494	2,006	11,8634	2,574	1,3597	0,6463		5	5M	2,5592	10,4305	2,0048	11,8261	2,57	1,3848	0,62		5	5M	2,5592	10,4305	2,0048	11,8261	2,57	1,3848	0,62
5	6C	2,5656	10,4448	2,0054	11,8452	2,5756	1,3904	0,615		5	6M	2,5089	10,478	2,0029	11,857	2,519	1,3689	0,634		5	6M	2,5089	10,478	2,0029	11,857	2,519	1,3689	0,634
5	7C	2,5353	10,374	2,0025	11,7154	2,5445	1,3322	0,6703		5	7M	2,5666	10,45	2,0014	11,8177	2,5757	1,3586	0,6428		5	7M	2,5666	10,45	2,0014	11,8177	2,5757	1,3586	0,6428
5	8C	2,6166	10,5204	2,0067	11,9043	2,624	1,3765	0,6302		5	8M	2,566	10,4237	2,0062	11,8348	2,5726	1,4045	0,6017		5	8M	2,566	10,4237	2,0062	11,8348	2,5726	1,4045	0,6017
4	9C	2,5204	10,4685	2,0061	11,808	2,5288	1,3311	0,675		4	9M	2,5905	10,4624	2,0054	11,7726	2,5912	1,3095	0,6959		4	9M	2,5905	10,4624	2,0054	11,7726	2,5912	1,3095	0,6959
4	1D	2,6285	10,5102	2,0049	11,8052	2,6369	1,2866	0,7183		4	1N	2,5685	10,4399	2,0102	11,7159	2,5693	1,2752	0,735		4	1N	2,5685	10,4399	2,0102	11,7159	2,5693	1,2752	0,735
2	1E	2,5668	10,42	2,0061	11,8176	2,5761	1,3883	0,6178		5	2N	2,5433	10,4717	2,0035	11,8495	2,549	1,3721	0,6314		5	2N	2,5433	10,4717	2,0035	11,8495	2,549	1,3721	0,6314
5	3D	2,5553	10,4614	2,0051	11,8255	2,5642	1,3552	0,6499		5	3N	2,565	10,4196	2,002	11,7669	2,572	1,3403	0,6617		5	3N	2,565	10,4196	2,002	11,7669	2,572	1,3403	0,6617
5	4D	2,6121	10,5277	2,0029	11,9471	2,6238	1,4077	0,5952		5	4N	2,7161	10,6358	2,0046	12,0455	2,7244	1,4054	0,5992		5	4N	2,7161	10,6358	2,0046	12,0455	2,7244	1,4054	0,5992
5	5D	2,5863	10,3981	2,0044	11,808	2,596	1,4002	0,6042		5	5N	2,5764	10,4022	2,0038	11,7857	2,5828	1,3771	0,6267		5	5N	2,5764	10,4022	2,0038	11,7857	2,5828	1,3771	0,6267
5	6D	2,5601	10,4583	2,005	11,747	2,5708	1,278	0,727		5	6N	2,5728	10,5027	2,002	11,8403	2,5803	1,3301	0,6719		5	6N	2,5728	10,5027	2,002	11,8403	2,5803	1,3301	0,6719
5	7D	2,5606	10,4781	2,0029	11,838	2,5713	1,3492	0,6537		5	7N	2,5619	10,4367	2,0035	11,7847	2,5675	1,3424	0,6611		5	7N	2,5619	10,4367	2,0035	11,7847	2,5675	1,3424	0,6611
5	8D	2,5595	10,4326	2,0019	11,8145	2,5669	1,3745	0,6274		5	8N	2,5579	10,4441	2,0033	11,8081	2,5595	1,3624	0,6409		5	8N	2,5579	10,4441	2,0033	11,8081	2,5595	1,3624	0,6409
2	9D	2,565	10,4316	2,0007	11,6542	2,5695	1,2181	0,7826		2	9N	2,5888	10,4486	2,0066	11,6023	2,5892	1,1533	0,8533		2	9N	2,5888	10,4486	2,0066	11,6023	2,5892	1,1533	0,8533
2	1E	2,5834	10,4939	2,0034	11,6781	2,5899	1,1777	0,8257		2	1O	2,6025	10,4822	2,0042	11,5941	2,6025	1,1119	0,8923		2	1O	2,6025	10,4822	2,0042	11,5941	2,6025	1,1119	0,8923
2	1F	2,5368	10,3834	2,0002	11,7193	2,5417	1,331	0,6692		5	2O	2,5353	10,405	2,0015	11,7083	2,5367	1,3019	0,6996		5	2O	2,5353	10,405	2,0015	11,7083	2,5367	1,3019	0,6996
5	3E	2,5953	10,5075	2,0044	11,9005	2,6054	1,3829	0,6215		5	3O	2,5675	10,4884	2,0021	11,8111	2,5716	1,3186	0,6835		5	3O	2,5675	10,4884	2,0021	11,8111	2,5716	1,3186	0,6835
5	4E	2,5608	10,4282	2,0007	11,8168	2,5705	1,3789	0,6218		5	4O	2,5322	10,3486	2,0024	11,7403	2,5389	1,385	0,6174		5	4O	2,5322	10,3486	2,0024	11,7403	2,5389	1,385	0,6174
5	5E	2,5666	10,4487	2,0037	11,8783	2,5792	1,417	0,5867		5	5O	2,5784	10,4338	2,0043	11,7946	2,5843	1,3549	0,6494		5	5O	2,5784	10,4338	2,0043	11,7946	2,5843	1,3549	0,6494
5	6E	2,5231	10,4333	2,0011	11,7831	2,5328	1,3404	0,6607		5	6O	2,5806	10,4777	2,0018														

Tabella 41: liofilizzazione con tappo 4-leg: essiccamento primario quattro ore (replica)

		FD-4h-1L										FD-4h-1L									
		Pre-lyo			Post-lyo						Pre-lyo			Post-lyo							
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato	N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato				
1	1A	2,0734	9,9672	2,0053	11,0767	2,0811	1,1018	0,9035	2	1I	2,0797	9,9521	2,0004	11,0683	2,0825	1,1134	0,887				
3	2A	2,0677	9,9375	2,0006	11,1808	2,0758	1,2352	0,7654	5	2I	2,0708	9,9163	2,0033	11,2821	2,0803	1,3563	0,647				
3	3A	2,1095	10,0128	2,0033	11,3437	2,1176	1,3228	0,6805	5	3I	2,0855	9,9535	2,0025	11,3604	2,0982	1,3942	0,6083				
3	4A	2,0985	10,012	2,0064	11,1968	2,1081	1,1752	0,8312	5	4I	2,0584	9,9776	2,0046	11,411	2,0719	1,4199	0,5847				
3	5A	2,0774	10,0122	2,0048	11,2509	2,0839	1,2288	0,776	5	5I	2,077	9,9411	2,0076	11,3918	2,0926	1,4351	0,5725				
3	6A	2,0623	9,9469	2,0055	11,1974	2,0725	1,2403	0,7652	5	6I	2,0613	9,9103	2,005	11,3415	2,0751	1,4174	0,5876				
3	7A	2,0588	9,9346	2,0018	11,252	2,071	1,3052	0,6966	5	7I	2,0733	9,9835	2,0062	11,4191	2,0858	1,4231	0,5831				
3	8A	2,0631	9,9412	2,004	11,1831	2,0709	1,2341	0,7699	5	8I	2,0741	9,995	2,0029	11,4024	2,0845	1,397	0,6059				
2	9A	2,0772	9,9083	2,0001	11,0205	2,0831	1,1063	0,8938	4	9I	2,0671	9,9586	2,0013	11,3096	2,0676	1,3505	0,6508				
4	1B	2,0828	10,0086	2,0043	11,2894	2,0977	1,2659	0,7384	4	1L	2,0553	10,0023	2,0045	11,3147	2,0595	1,3082	0,6963				
5	2B	2,064	9,9356	2,0019	11,2487	2,0757	1,3014	0,7005	5	2L	2,074	9,9399	2,0052	11,2942	2,0844	1,3439	0,6613				
5	3B	2,0924	9,9558	2,0037	11,3243	2,1041	1,3568	0,6469	5	3L	2,0605	9,9835	2,0074	11,3461	2,0752	1,3479	0,6595				
5	4B	2,0706	9,9943	2,0005	11,3416	2,0823	1,3356	0,6649	5	4L	2,0895	9,9961	2,0007	11,4355	2,1051	1,4238	0,5769				
5	5B	2,0791	9,927	2,0061	11,3316	2,0885	1,3952	0,6109	5	5L	2,0718	9,9216	2,0057	11,3148	2,0855	1,3795	0,6262				
5	6B	2,0803	9,9403	2	11,3522	2,0909	1,4013	0,5987	5	6L	2,0685	9,9483	2,0047	11,3566	2,0823	1,3945	0,6102				
5	7B	2,0526	10,023	2,0035	11,4277	2,0641	1,3932	0,6103	5	7L	2,0682	9,9276	2,001	11,1298	2,078	1,1924	0,8086				
5	8B	2,0671	10,0029	2,0032	11,3759	2,0784	1,3617	0,6415	5	8L	2,0934	9,9636	2,0009	11,3004	2,0973	1,3329	0,668				
2	9B	2,0776	9,9994	2,0062	11,0306	2,0858	1,023	0,9832	5	9L	2,0513	9,9152	2,0077	11,1383	2,0514	1,223	0,7847				
2	1C	2,0773	9,9898	2,0042	11,116	2,0832	1,1203	0,8839	2	1M	2,0806	9,9419	2,0011	11,0671	2,0833	1,1225	0,8786				
5	2C	2,0496	9,928	2,0014	11,2658	2,0625	1,3249	0,6765	5	2M	2,0802	9,9619	2,0021	11,2851	2,0872	1,3162	0,6859				
5	3C	2,0898	9,9468	2,0014	11,3621	2,1037	1,4014	0,6	5	3M	2,1002	9,9769	2,0008	11,3846	2,1128	1,3951	0,6057				
5	4C	2,0465	9,938	2,0057	11,3479	2,0599	1,3965	0,6092	5	4M	2,0701	9,926	2	11,3688	2,0836	1,4293	0,5707				
5	5C	2,0877	9,923	2,003	11,3504	2,1009	1,4142	0,5888	5	5M	2,0893	9,9727	2,0065	11,3696	2,1026	1,3836	0,6229				
5	6C	2,0841	9,9459	2,0019	11,3569	2,0926	1,4025	0,5994	5	6M	2,0655	9,9454	2,0042	11,3119	2,0741	1,3579	0,6463				
5	7C	2,0665	9,9392	2,0045	11,3465	2,0795	1,3943	0,6102	5	7M	2,0559	9,9489	2,0006	11,3184	2,0671	1,3583	0,6423				
5	8C	2,0841	9,9786	2	11,3255	2,0993	1,3317	0,6683	5	8M	2,063	9,9001	2,0074	11,1466	2,0701	1,2394	0,768				
4	9C	2,0632	9,9197	2,0065	11,2929	2,0744	1,362	0,6445	4	9M	2,0776	9,9391	2,0088	11,247	2,0802	1,3053	0,7035				
4	1D	2,0664	9,944	2,008	11,2536	2,0791	1,2969	0,7111	4	1N	2,0963	9,9903	2,0008	11,2555	2,1015	1,26	0,7408				
5	2D	2,0631	9,9455	2,0046	11,3058	2,0767	1,3467	0,6579	5	2N	2,0722	9,9755	2,0063	11,3247	2,0779	1,3435	0,6628				
5	3D	2,0668	9,9297	2,0025	11,3847	2,0827	1,4391	0,5634	5	3N	2,1081	10,0296	2,0067	11,3868	2,1216	1,3437	0,663				
5	4D	2,0769	9,9828	2,0014	11,4037	2,091	1,4068	0,5946	5	4N	2,0942	9,9445	2,0072	11,3325	2,1046	1,3776	0,6296				
5	5D	2,0861	9,9925	2,0042	11,4461	2,1015	1,4382	0,566	5	5N	2,046	9,9103	2,0059	11,2249	2,0588	1,3018	0,7041				
5	6D	2,0529	9,9031	2,0004	11,3642	2,0696	1,4444	0,556	5	6N	2,0588	9,8827	2,0051	11,2221	2,0687	1,3295	0,6756				
5	7D	2,1049	9,9544	2,0079	11,3855	2,1127	1,4233	0,5846	5	7N	2,0927	9,9811	2,0053	11,2948	2,099	1,3074	0,6979				
5	8D	2,0779	9,9442	2,0063	11,3672	2,0923	1,4086	0,5977	5	8N	2,0691	9,9384	2,0024	11,2988	2,074	1,3555	0,6469				
2	9D	2,0636	10,0122	2,0031	11,2705	2,0698	1,2521	0,751	2	9N	2,0426	9,9233	2,0066	11,1379	2,0429	1,2143	0,7923				
2	1E	2,0695	9,9612	2,001	11,1508	2,0767	1,1824	0,8186	2	1O	2,0523	9,9089	2,0064	11,0549	2,053	1,1453	0,8611				
5	2E	2,0515	9,9573	2,0068	11,3632	2,0666	1,3908	0,616	5	2O	2,0796	9,9683	2,0046	11,12593	2,0837	1,2589	0,7457				
5	3E	2,0621	9,9733	2,0079	11,3896	2,0785	1,3999	0,608	5	3O	2,0705	10,0328	2,0041	11,3161	2,0782	1,2756	0,7285				
5	4E	2,0615	9,9222	2,0026	11,3478	2,0751	1,412	0,5906	5	4O	2,0617	9,9151	2,0013	11,2764	2,0709	1,3521	0,6492				
5	5E	2,0773	10,0035	2,0081	11,3806	2,0847	1,3697	0,6384	5	5O	2,0896	9,9767	2,0026	11,3048	2,0968	1,3209	0,6817				
5	6E	2,0844	9,9302	2,0018	11,3545	2,1023	1,4064	0,5954	5	6O	2,0584	9,9909	2,0091	11,3415	2,0676	1,3414	0,6677				
5	7E	2,0874	9,9373	2,0039	11,4063	2,1016	1,4548	0,5491	5	7O	2,0752	9,9526	2,0031	11,2601	2,0789	1,3038	0,6993				
5	8E	2,0704	9,9534	2,0042	11,3874	2,0856	1,4188	0,5854	5	8O	2,0699	9,9177	2,0013	11,2735	2,0766	1,3491	0,6522				
4	9E	2,0861	10,0032	2,003	11,2763	2,0951	1,2641	0,7389	4	9O	2,0494	9,9365	2,0069	11,2124	2,0502	1,2751	0,7318				
4	1F	2,0694	9,9607	2,0032	11,265	2,0804	1,2933	0,7099	4	1P	2,0817	9,9804	2,0028	11,2463	2,0838	1,2638	0,739				
5	2F	2,0651	9,9514	2,0014	11,3337	2,0796	1,3678	0,6336	5	2P	2,0718	9,9998	2,0018	11,3373	2,0753	1,334	0,6678				
5	3F	2,0735	9,9923	2,0074	11,4194	2,09	1,4106	0,5968	5	3P	2,0518	9,9405	2,0052	11,3081	2,056	1,3634	0,6418				
5	4F	2,0635	9,9366	2,0052	11,3564	2,0786	1,4047	0,6005	5	4P	2,0702	9,9599	2,0041	11,2803	2,0742	1,3164	0,6877				
5	5F	2,1027	9,9924	2,0061	11,4127	2,1155	1,4075	0,5986	5	5P	2,0619	9,9254	2,0033	11,1204	2,0678	1,1891	0,8142				
5	6F	2,0837	9,9905	2,0058	11,4	2,0949	1,3983	0,6075	5	6P	2,0684	9,9354	2,0085	11,2387	2,073	1,2987	0,7098				
5	7F	2,0816	9,983	2,0079	11,2232	2,0949	1,2269	0,781	5	7P	2,0458	9,9544	2,0079	11,305	2,0501	1,3463	0,6616				
5	8F	2,0837	9,9183	2,0044	11,3412	2,0935	1,4131	0,5913	5	8P	2,0485	9,9136	2,007	11,2069	2,0494	1,2924	0,7146				
2	9F	2,0621	9,9558	2,0054	11,2218	2,064	1,2641	0,7413	2	9P	2,0486	9,9396	2,0069	11,0555	2,0483	1,1162	0,8907				
2	1G	2,073	9,9202	2,0065	11,1258	2,0786	1,2	0,8065	1	1Q	2,0738	9,9401	2,0071	10,969	2,074	1,0287	0,9784				
5	2G	2,0765	9,9444	2,0012	11,2875	2,087	1,3326	0,6686	3	2Q	2,0687	9,9478	2,0108	11,1028	2,0693	1,1544	0,8564				
5	3G	2,0752	9,9662	2,0045	11,3755	2,0893	1,3952	0,6093	3	3Q	2,0683	9,9772	2,0052	11,1111	2,069	1,1332	0,872				
5	4G	2,0754	9,9654	2,0038	11,4091	2,0863	1,4328	0,571	3	4Q	2,0673	10,0231	2,0038	11,1948	2,0675	1,1715	0,8323				
5	5G	2,0707	9,9461	2,006	11,3011	2,0843	1,3414	0,6646	3	5Q	2,0931	9,9852	2,0102	11,102	2,0931	1,0348	0,9754				
5	6G	2,062	9,936	2,0056	11,3631	2,079	1,4101	0,5955	3	6Q	2,0452	9,9455	2,0029	11,0507	2,0452	1,1052	0,8977				
5	7G	2,0711	9,9227	2,006	11,3071	2,0829	1,3726	0,6334	3	7Q	2,0797	10,0452	2,0097	11,2098	2,0798	1,1645	0,8452				
5	8G	2,0688	9,9605	2,0026	11,3916	2,0803															

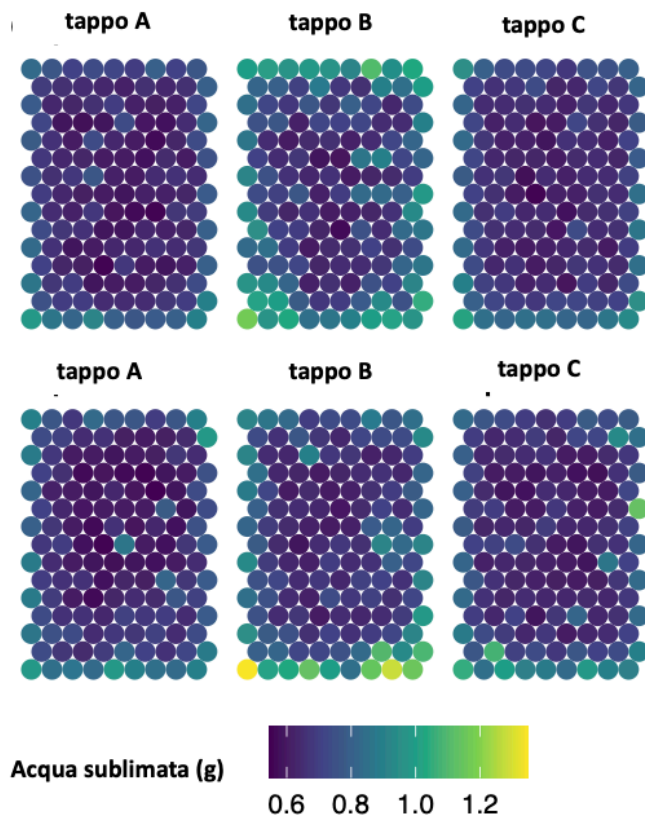


Figura 18: mappe cromatiche per essiccamento primario quattro ore e repliche

Tempo 6 ore

Tabella 42: liofilizzazione con tappo 1-leg: essiccamento primario sei ore

	FD - 6h - 1L								FD - 6h - 1L									
	Pre-lyo			Post-lyo					Pre-lyo			Post-lyo						
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato	N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato	
1	1A	2,071	9,9653	2,0093	10,5762	2,0762	0,6057	1,4036	2	1I	2,078	9,9504	2,0008	10,6766	2,0801	0,7241	1,2767	
	2A	2,0927	9,9622	2,0047	10,895	2,0994	0,9261	1,0786		5	2I	2,0747	9,9201	2,0093	11,0279	2,0855	1,097	0,9123
	3A	2,073	9,9761	2,0038	11,0542	2,0796	1,0715	0,9323		5	3I	2,0769	9,9448	2,0069	11,0013	2,0872	1,0462	0,9607
	4A	2,0498	9,9628	2,0035	11,0417	2,056	1,0727	0,9308		5	4I	2,0751	9,9937	2,0018	11,1626	2,0861	1,1579	0,8439
	5A	2,0924	10,0301	2,0047	11,031	2,0999	0,9934	1,0113		5	5I	2,0676	9,9318	2,0041	11,0092	2,0805	1,0645	0,9396
	6A	2,0466	9,9311	2,002	10,9208	2,0542	0,9821	1,0199		5	6I	2,0673	9,9158	2,0036	10,991	2,0794	1,0631	0,9405
	7A	2,0833	9,9591	2,0106	11,0521	2,0892	1,0871	0,9235		5	7I	2,0742	9,9842	2,0059	10,9575	2,0863	0,9612	1,0447
	8A	2,1042	9,9819	2,0013	10,8102	2,1111	0,8214	1,1799		5	8I	2,0618	9,9828	2,0047	11,1878	2,0736	1,1932	0,8115
	9A	2,0692	9,9005	2,0057	10,6639	2,0776	0,755	1,2507		4	9I	2,0921	9,9834	2,0033	11,0974	2,1009	1,1052	0,8981
	1B	2,082	10,0077	2,0044	10,8729	2,0953	0,8519	1,1525		4	1L	2,1021	10,0494	2,0004	11,0863	2,1092	1,0298	0,9706
	2B	2,0743	9,9457	2,0015	11,0639	2,0854	1,1071	0,8944		5	2L	2,0805	9,9464	2,009	10,9182	2,092	0,9603	1,0487
	5B	2,0437	9,9072	2,0031	11,0379	2,055	1,1194	0,8837		5	3L	2,0714	9,9942	2,0037	11,0892	2,0835	1,0829	0,9208
	5B	2,0795	10,0032	2,0038	11,141	2,0904	1,1269	0,8769		5	4L	2,0755	9,9819	2,0081	11,0591	2,0861	1,0666	0,9415
	5B	2,0461	9,8939	2,0036	11,0474	2,0546	1,145	0,8586		5	5L	2,0627	9,9127	2,0099	11,0427	2,0729	1,1198	0,8901
	5B	2,069	9,9288	2,004	11,1222	2,0803	1,1821	0,8219		5	6L	2,0631	9,9432	2,0057	11,0787	2,0737	1,1249	0,8808
	5B	2,0951	10,065	2,002	11,2071	2,1058	1,1314	0,8706		5	7L	2,0741	9,9333	2,0097	11,1033	2,0827	1,1614	0,8483
	5B	2,0673	10,0029	2,009	11,1633	2,0767	1,151	0,858		5	8L	2,0983	9,9352	2,0009	11,067	2,1075	1,1226	0,8783
	2B	2,0719	9,9938	2,0072	10,7152	2,0795	0,7138	1,2934		2	9L	2,049	9,913	2,0006	10,8309	2,0528	0,9141	1,0665
	2	1C	2,0556	9,9677	2,0044	10,6851	2,065	0,708	1,2964	2	1M	2,0814	9,9425	2,0036	10,6957	2,085	0,7496	1,254
	5	2C	2,0599	9,9379	2,0045	11,0649	2,0728	1,1141	0,8904	5	2M	2,0828	9,9645	2,0041	11,0219	2,0909	0,9483	0,9548
	5	3C	2,0804	9,937	2,0026	11,1305	2,0933	1,1806	0,822	5	3M	2,0797	9,9563	2,0051	11,0884	2,0896	1,1222	0,8829
	5	4C	2,0491	9,9403	2,0057	11,0142	2,0613	1,0617	0,944	5	4M	2,0865	9,9421	2,0097	11,1034	2,0974	1,1504	0,8593
	5	5C	2,0636	9,8986	2,002	11,1343	2,0748	1,2245	0,7775	5	5M	2,0869	9,9703	2,0097	11,0025	2,1005	1,0186	0,9911
	5	6C	2,053	9,9147	2,008	11,1204	2,0643	1,1944	0,8136	5	6M	2,0893	9,9693	2,0028	11,1072	2,0996	1,1276	0,8752
	5	7C	2,0642	9,9365	2,0064	10,9924	2,0767	1,0434	0,963	5	7M	2,0749	9,9681	2,0072	11,0814	2,085	1,1032	0,904
	5	8C	2,0888	9,9832	2,0002	11,1588	2,1004	1,164	0,8362	5	8M	2,0869	9,9482		12,09992	2,0963	1,0416	0,9584
	4	9C	2,0685	9,9249	2,0038	11,0211	2,0772	1,0875	0,9163	4	9M	2,1054	10,0084	2,0073	10,8792	2,1107	0,8855	1,1418
	4	1D	2,0637	9,9408	2,005	10,9822	2,0735	1,0316	0,9734	4	1N	2,0565	9,9503	2,0035	11,0004	2,0824	1,0442	0,9593
	5	2D	2,0645	9,9468	2,0042	11,1282	2,074	1,1719	0,8323	5	2N	2,1098	9,9795	2,0053	11,0534	2,1181	1,0656	0,9397
	5	3D	2,0621	9,9245	2,0058	11,1342	2,0753	1,1965	0,8093	5	3N	2,1069	9,9862	2,0036	11,0858	2,1077	1,0918	0,9118
	5	4D	2,0705	9,9761	2,0088	11,1508	2,0833	1,1619	0,8469	5	4N	2,0755	9,9258	2,0059	10,9925	2,087	1,0552	0,9507
	5	5D	2,0692	9,9755	2,0022	11,2222	2,0801	1,2358	0,7664	5	5N	2,0647	9,9287	2,0051	11,0156	2,0757	1,0759	0,9292
	5	6D	2,0837	9,9338	2,0056	11,1146	2,0958	1,1687	0,8369	5	6N	2,0473	9,8712	2,0027	10,9902	2,0578	1,1085	0,8942
	5	7D	2,0833	9,9327	2,0078	11,1505	2,0945	1,2066	0,8012	5	7N	2,066	9,954	2,006	11,1389	2,0763	1,1746	0,826
	5	8D	2,0819	9,9479	2,0079	11,1767	2,092	1,2187	0,7892	5	8N	2,0852	9,9545	2,0013	11,012	2,0927	1,05	0,9513
	2	9D	2,0458	9,9942	2,0048	10,983	2,053	0,9816	1,0232	2	9N	2,0714	9,9517	2,0047	10,8305	2,0739	0,8763	1,1284
	2	1E	2,0773	9,9688	2,0029	10,6967	2,0854	0,7198	1,2831	2	10	2,0745	9,9313	2,0062	10,6856	2,0769	0,7519	1,2543
	5	2E	2,0691	9,9746	2,0064	11,1473	2,0804	1,1614	0,845	5	20	2,0678	9,9841	2,003	11,0428	2,0735	1,053	0,95
	5	3E	2,0647	9,9754	2,0059	11,1198	2,076	1,1331	0,8728	5	30	2,0518	10,0137	2,0035	11,1207	2,0617	1,0971	0,9064
	5	4E	2,0622	9,9323	2,0084	11,082	2,0736	1,1474	0,861	5	40	2,0839	9,9366	2,0042	11,0572	2,0941	1,1104	0,8938
	5	5E	2,0499	9,9758	2,0077	11,1712	2,0626	1,1827	0,825	5	50	2,0781	9,965	2,0035	11,0608	2,0871	1,0868	0,9167
	5	6E	2,0852	9,9311	2,002	11,1014	2,0967	1,1588	0,8432	5	60	2,0815	10,014	2,0027	11,073	2,0924	1,0481	0,9546
	5	7E	2,0803	9,9299	2,0036	11,1631	2,09	1,2235	0,7801	5	70	2,0625	9,9397	2,0011	11,0242	2,0725	1,0745	0,9266
	5	8E	2,0668	9,9493	2,0036	11,1587	2,0769	1,1993	0,8043	5	80	2,0702	9,9181	2,0047	11,0083	2,0803	1,0801	0,9246
	4	9E	2,1027	10,0194	2,0057	11,1129	2,1093	1,0869	0,9188	4	90	2,0746	9,9616	2,0027	10,9223	2,0784	0,9569	1,0458
	4	1F	2,0858	9,977	2,0036	11,005	2,0909	1,0229	0,9807	4	1P	2,0715	9,9703	2,0026	10,9516	2,0755	0,9773	1,0253
	5	2F	2,074	9,9601	2,0071	11,1629	2,0849	1,1919	0,8152	5	2P	2,084	10,0117	2,0095	11,1204	2,0899	1,1028	0,9067
	5	3F	2,0701	9,9886	2,0089	11,1161	2,0816	1,1609	0,848	5	3P	2,0681	9,9568	2,005	11,0907	2,0765	1,1255	0,8795
	5	4F	2,0537	9,926	2,0043	11,0243	2,0643	1,0877	0,9166	5	4P	2,0525	9,9418	2,0019	10,9019	2,0607	0,9519	1,05
	5	5F	2,0701	9,9596	2,0039	11,0805	2,0793	1,1117	0,8922	5	5P	2,0627	9,9262	2,0012	10,6444	2,0709	0,71	1,2912
	5	6F	2,067	9,9734	2,0034	11,1661	2,0783	1,1814	0,822	5	6P	2,0786	9,9455	2,0069	10,8735	2,0875	0,9191	1,0878
	5	7F	2,059	9,9601	2,0032	11,2011	2,0699	1,2301	0,7731	5	7P	2,0814	9,9899	2,0002	11,0017	2,0904	1,0028	0,9974
	5	8F	2,0712	9,9058	2,0064	11,1021	2,0815	1,186	0,8204	5	8P	2,0798	9,9448	2,0045	10,6622	2,0855	0,7117	1,2928
	2	9F	2,0777	9,9714	2,0051	10,9572	2,098	0,9655	1,0396	2	9P	2,0862	9,9772	2,0066	10,7202	2,0867	0,7425	1,2641
	2	1G	2,0725	9,9198	2,0032	10,6557	2,0796	0,7288	1,2744	1	1Q	2,0518	9,9183	2,0102	10,606	2,0523	0,6872	1,323
	5	2G	2,0991	9,9669	2,0001	11,0494	2,1108	1,0708	0,9293	3	2Q	2,0705	9,9498	2,0025	10,7789	2,0705	0,8291	1,1734
	5	3G	2,088	9,9788	2,0052	11,1238	2,0986	1,1344	0,8708	3	3Q	2,0524	9,9611	2,0033	10,8323	2,0546	0,869	1,1343
	5	4G	2,0672	9,9572	2,0044	11,0779	2,0763	1,1116	0,8928	3	4Q	2,0686	10,0246	2,0076	10,8131	2,0707	0,7864	1,2212
	5	5G	2,0532	9,9283	2,005	11,0573	2,0638	1,1184	0,8866	3	5Q	2,0613	9,953	2,0015	10,6072	2,0634	0,6521	1,3494
	5	6G	2,0633	9,9373	2,001	10,9937	2,0724	1,0473	0,9537	3	6Q	2,0708	9,9713	2,0061	10,6804	2,0726	0,7073	1,2988
	5	7G	2,0693	9,9209	2,0038	11,1296	2,0796	1,1984	0,8054	3	7Q	2,0703	10,0357	2,0016	10,8388	2,0732	0,8002	1,2014
	5	8G	2,0463	9,9376	2,0053	11,1649	2,0554	1,2182	0,7871	3	8Q	2,0827	9,9802	2,0042	10,8143	2,0835	0,8333	1,1709
	4	9G	2,0941	10,0258	2,0006	11,0871	2,1026	1,0528	0,9478	2	9Q	2,0889	9,9136	2,0014	10,6972	2,0898	0,7827	1,2187
	4	1H	2,0929															

Tabella 44: liofilizzazione con tappo 4-leg: essiccamento primario sei ore

N° P.D.	Posizione	FD-6h-4L							N° P.D.	Posizione	FD-6h-4L						
		Pre-lyo	Peso tappo	Pesotara	Peso liquido	Peso tot	residuo	sublimato			Pre-lyo	Peso tappo	Pesotara	Peso liquido	Peso tot	residuo	sublimato
1 1A	2,5316	10,4445	2,001	11,3945	2,5425	0,9391	1,0619	2 1I	2,5589	10,4257	2,0065	11,3704	2,5652	0,9384	1,0681		
3 2A	2,5691	10,4021	2,0051	11,3907	2,5821	0,9756	1,0295	5 2I	2,5678	10,4709	2,0115	11,6183	2,581	1,1342	0,8773		
3 3A	2,5562	10,4363	2,0068	11,4125	2,5691	0,9633	1,0435	5 3I	2,5868	10,4889	2,0054	11,6599	2,5991	1,1587	0,8467		
3 4A	2,5978	10,5022	2,0045	11,5749	2,6109	1,0596	0,9449	5 4I	2,5502	10,4334	2,0005	11,5654	2,5624	1,1198	0,8807		
3 5A	2,533	10,4023	2,0038	11,48	2,5488	1,0639	0,9399	5 5I	2,5333	10,4234	2,0043	11,4973	2,5431	1,0641	0,9402		
3 6A	2,5208	10,4335	2,0058	11,3418	2,5347	0,9929	1,0129	5 6I	2,6292	10,5192	2,0099	11,7022	2,6432	1,169	0,8409		
3 7A	2,5304	10,4473	2,0043	11,4885	2,5448	1,0268	0,9775	5 7I	2,5834	10,443	2,0027	11,6184	2,5939	1,1649	0,8378		
3 8A	2,6109	10,4948	2,007	11,623	2,6215	1,1176	0,8894	5 8I	2,597	10,4338	2,0076	11,5413	2,6086	1,0959	0,9117		
2 9A	2,5623	10,4431	2,0025	11,5024	2,574	1,0476	0,9549	4 9I	2,537	10,3854	2,0095	11,541	2,5479	1,1447	0,8848		
4 1B	2,6333	10,4982	2,0074	11,6294	2,6479	1,1166	0,8908	4 1L	2,6441	10,4857	2,0022	11,4818	2,6554	0,9848	1,0174		
5 2B	2,5096	10,3922	2,0007	11,484	2,5275	1,0739	0,9268	5 2L	2,5934	10,4498	2,0102	11,4305	2,6046	0,9695	1,0407		
5 3B	2,4788	10,3547	2,0025	11,3341	2,4965	0,9617	1,0408	5 3L	2,5562	10,4338	2,0067	11,6198	2,5696	1,1726	0,8341		
5 4B	2,5823	10,398	2,0015	11,4069	2,6001	0,9911	1,0104	5 4L	2,5878	10,4641	2,0071	11,5898	2,6032	1,1103	0,8968		
5 5B	2,5645	10,4321	2,0075	11,4543	2,5807	1,006	1,0015	5 5L	2,5386	10,4355	2,0049	11,5735	2,551	1,1256	0,8793		
5 6B	2,6043	10,4857	2,0087	11,6534	2,6215	1,1505	0,8582	5 6L	2,541	10,3911	2,0053	11,5407	2,5558	1,1348	0,8705		
5 7B	2,5614	10,4491	2,0055	11,5501	2,5782	1,0842	0,9213	5 7L	2,6994	10,5813	2,0003	11,6496	2,7149	1,0528	0,9475		
5 8B	2,5539	10,5324	2,0071	11,5953	2,5683	1,0485	0,9586	5 8L	2,517	10,4386	2,0052	11,5118	2,5297	1,0605	0,9447		
2 9B	2,5537	10,4993	2,0013	11,4975	2,5634	0,9885	1,0128	2 9L	2,5695	10,4418	2,0067	11,2737	2,5655	0,8259	1,1808		
2 1C	2,6014	10,467	2,001	11,446	2,6122	0,9682	1,0328	2 1M	2,5861	10,4703	2,0054	11,3549	2,59	0,8807	1,1247		
5 2C	2,577	10,4361	2,0056	11,6366	2,5939	1,1836	0,822	5 2M	2,5037	10,3549	2	11,3689	2,5171	1,0006	0,9994		
5 3C	2,5358	10,4421	2,0062	11,6519	2,5534	1,1922	0,814	5 3M	2,4941	10,4298	2,002	11,5353	2,5078	1,0918	0,9102		
5 4C	2,5278	10,3851	2,0044	11,4282	2,5454	1,0255	0,9789	5 4M	2,5371	10,4282	2,0002	11,6659	2,5509	1,2239	0,7763		
5 5C	2,566	10,4959	2,009	11,4758	2,5831	0,9628	1,0462	5 5M	2,5415	10,4127	2,0067	11,5027	2,5569	1,0746	0,9321		
5 6C	2,5996	10,4762	2,0067	11,6531	2,6164	1,1571	0,8496	5 6M	2,565	10,534	2,0062	11,7096	2,5788	1,1618	0,8444		
5 7C	2,5276	10,3965	2,0018	11,4742	2,5435	1,0918	0,91	5 7M	2,6342	10,5181	2,0079	11,5911	2,6451	1,0621	0,9458		
5 8C	2,6164	10,52	2,0031	11,6132	2,6297	1,0799	0,9232	5 8M	2,5531	10,4108	2,005	11,5664	2,5678	1,1409	0,8641		
4 9C	2,5389	10,4868	2,0091	11,5691	2,5504	1,0708	0,9383	4 9M	2,5259	10,3979	2,0025	11,4302	2,5362	1,022	0,9805		
4 1D	2,5635	10,4455	2,0055	11,4331	2,5769	0,9742	1,0313	4 1N	2,618	10,4893	2,0067	11,5047	2,6275	1,0059	1,0008		
5 2D	2,5621	10,4155	2,0034	11,6215	2,5774	1,1907	0,8127	5 2N	2,5627	10,4912	2,0011	11,5528	2,576	1,0483	0,9528		
5 3D	2,5491	10,4551	2,0097	11,4558	2,5657	0,9841	1,0256	5 3N	2,5997	10,4544	2,0022	11,5831	2,6112	1,1172	0,885		
5 4D	2,5622	10,4778	2,0079	11,6884	2,5767	1,1961	0,8118	5 4N	2,5417	10,4616	2,0032	11,5778	2,5531	1,1048	0,8984		
5 5D	2,5592	10,3711	2,0065	11,3633	2,574	0,9774	1,0291	5 5N	2,6419	10,4677	2,0026	11,4828	2,6544	1,0026	1		
5 6D	2,6403	10,5383	2,0074	11,6959	2,6551	1,1428	0,8646	5 6N	2,6647	10,595	2,0048	11,7437	2,6771	1,1363	0,8885		
5 7D	2,5057	10,4233	2,0067	11,5532	2,5189	1,1167	0,89	5 7N	2,6416	10,5162	2,0018	11,6532	2,6567	1,1219	0,8799		
5 8D	2,5392	10,4123	2,0005	11,6241	2,5515	1,1995	0,801	5 8N	2,5275	10,4137	2,0095	11,4571	2,5401	1,0308	0,9787		
2 9D	2,5211	10,388	2,0051	11,3925	2,5298	0,9958	1,0093	2 9N	2,5401	10,3998	2,0061	11,2463	2,5444	0,8422	1,1639		
2 1E	2,5413	10,4519	2,0073	11,4388	2,5453	0,9829	1,0244	2 1O	2,5303	10,4102	2,0023	11,2423	2,5305	0,8319	1,1704		
5 2E	2,4979	10,3446	2,0066	11,4446	2,5078	1,0901	0,9165	5 2O	2,5546	10,4247	2,0016	11,4886	2,5642	1,0543	0,9473		
5 3E	2,533	10,4453	2,0056	11,6007	2,5471	1,1413	0,8643	5 3O	2,5663	10,4873	2,0045	11,5743	2,578	1,0753	0,9292		
5 4E	2,524	10,3921	2,0027	11,3458	2,5316	0,9461	1,0566	5 4O	2,4948	10,3113	2,0009	11,4466	2,5103	1,1198	0,8811		
5 5E	2,5646	10,4465	2,0084	11,6306	2,5791	1,1696	0,8388	5 5O	2,5174	10,373	2,0053	11,4187	2,5324	1,0307	0,9746		
5 6E	2,5056	10,4156	2,0058	11,6131	2,5195	1,1836	0,8222	5 6O	2,6164	10,5139	2,0065	11,6714	2,6293	1,1446	0,8619		
5 7E	2,5429	10,3937	2,0026	11,3904	2,5552	0,9844	1,0182	5 7O	2,6468	10,5506	2,0074	11,7084	2,6607	1,1439	0,8635		
5 8E	2,5597	10,4142	2,0074	11,5326	2,5695	1,1086	0,8988	5 8O	2,5118	10,3797	2,0015	11,5528	2,5222	1,1627	0,8388		
4 9E	2,5547	10,4367	2,0001	11,4466	2,5637	1,0009	0,9992	4 9O	2,5457	10,4756	2,0059	11,5091	2,552	1,0272	0,9787		
4 1F	2,5282	10,3864	2,0109	11,489	2,5408	1,09	0,9209	4 1P	2,5614	10,4732	2,0056	11,4204	2,5644	0,9442	1,0614		
5 2F	2,5852	10,4853	2,0079	11,6075	2,5929	1,1145	0,8934	5 2P	2,5208	10,4231	2,0048	11,3702	2,5396	0,9283	1,0765		
5 3F	2,5878	10,4848	2,0088	11,6359	2,6001	1,1388	0,87	5 3P	2,5839	10,4893	2,0024	11,5563	2,5932	1,0577	0,9447		
5 4F	2,6208	10,5014	2,0053	11,6103	2,6337	1,096	0,9093	5 4P	2,5176	10,3854	2,0057	11,5059	2,5305	1,1076	0,8981		
5 5F	2,529	10,368	2,0034	11,6123	2,5407	1,2326	0,7708	5 5P	2,6846	10,5395	2,0031	11,5997	2,6969	1,0479	0,9552		
5 6F	2,5323	10,4386	2,007	11,6513	2,5443	1,2007	0,8063	5 6P	2,5675	10,4557	2,006	11,5288	2,5801	1,0605	0,9455		
5 7F	2,5061	10,406	2,0049	11,4193	2,5176	1,0018	1,0031	5 7P	2,5735	10,4803	2,0049	11,4792	2,585	0,9874	1,0175		
5 8F	2,5502	10,4414	2,0008	11,5671	2,5622	1,1137	0,8871	5 8P	2,5537	10,4176	2,0038	11,4543	2,561	1,0294	0,9744		
2 9F	2,5347	10,4531	2,0115	11,4604	2,5433	0,9987	1,0128	2 9P	2,5468	10,461	2,003	11,2303	2,5468	0,7693	1,2337		
2 1G	2,5607	10,4617	2,0054	11,4641	2,5693	0,9938	1,0116	1 1Q	2,518	10,4067	2,001	11,1574	2,5181	0,7506	1,2504		
5 2G	2,5655	10,3955	2,0065	11,5883	2,576	1,1823	0,8242	3 2Q	2,5283	10,4029	2,0021	11,3153	2,5285	0,9122	1,0899		
5 3G	2,5082	10,4251	2,0045	11,5911	2,5195	1,1547	0,8498	3 3Q	2,5393	10,3793	2,008	11,3045	2,5396	0,9249	1,0831		
5 4G	2,5761	10,4522	2,0057	11,5794	2,5867	1,1166	0,8891	3 4Q	2,6854	10,5056	2,0046	11,3485	2,6861	0,8422	1,1624		
5 5G	2,5589	10,4569	2,0081	11,5879	2,571	1,1189	0,8892	3 5Q	2,5482	10,4356	2,0047	11,3065	2,5486	0,8705	1,1342		
5 6G	2,9649	10,4411	2,0044	11,5182	2,5763	1,0657	0,9387	3 6Q	2,5917	10,4525	2,0061	11,3228	2,5923	0,8697	1,1364		
5 7G	2,5596	10,4279	2,0083	11,5992	2,5697	1,1612	0,8471	3 7Q	2,5637	10,4233	2,0095	11,4066	2,5646	0,9824	1,0271		
5 8G	2,6171	10,5279	2,0009	11,5153	2,6272	0,9773	1,0236	3 8Q	2,5728	10,4326	2,0031	11,2592	2,5731	0,8263	1,1768		
4 9G	2,5883	10,509	2,0049	11,5741	2,5988	1,0546	0,9503	2 9Q	2,5974	10,4722	2,0093	11,3039	2,5974	0,8317	1,1776		
4 1H	2,5719	10,4209	2,0079	11,5155	2,5831	1,0834	0,9245										
5 2H	2,555	10,4481	2,0041	11,6198	2,5652	1,1615	0,8426										
5 3H	2,4914	10,382	2,0043	11,5178	2,5043	1,1229	0,8814										
5 4H	2,5798	10,4146	2,0043	11,5603	2,5915	1,134	0,8703					MEDIA		1,05373	0,951311		
5 5H	2,4943	10,3972	2,0047	11,5532	2,5042	1,1461	0,8586					SD		0,1014	0,101137		
5 6H	2,5418	10,4551	2,0013	11,5681	2,5548	1,1											

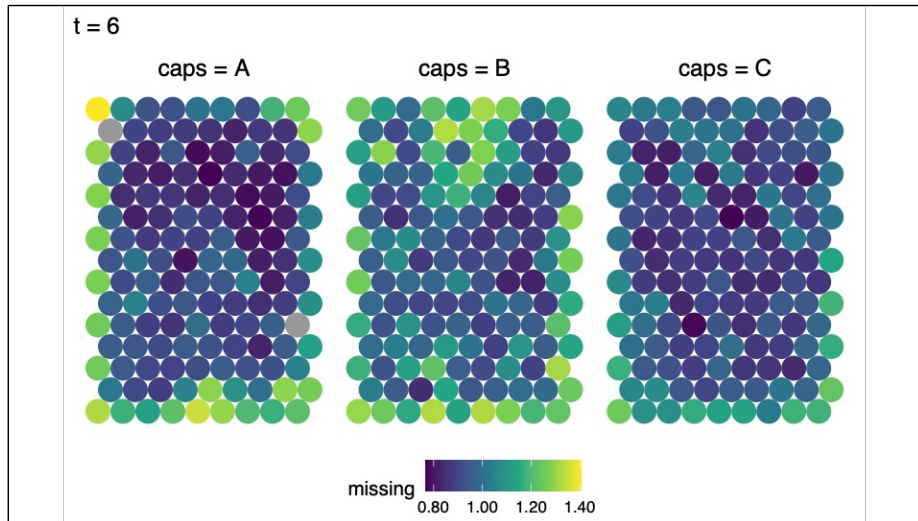


Figura 19: mappe cromatiche per essiccamento primario sei ore

Tempo 10 ore

Tabella 45: liofilizzazione con tappo 1-leg: essiccamento primario dieci ore

FD - 10h -1L									FD - 10h -1L								
N° P.D.	Posizione	Pre-lyo			Post-lyo			residuo	sublimato	N° P.D.	Posizione	Pre-lyo			Post-lyo		
		Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tara	Peso liquido	Peso tot					Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tara	Peso liquido	Peso tot
1	1A	2,0525	9,9651	2,0019	10,2271	2,0552	0,2593	1,7426	2	1I	2,0502	9,9174	2,0056	10,2217	2,0502	0,3043	1,7013
3	2A	2,0935	9,9267	2,007	10,3072	2,0976	0,3764	1,6306	5	2I	2,0821	9,9851	2,0015	10,4932	2,0823	0,5079	1,4936
3	3A	2,0606	9,9407	2,0093	10,3665	2,064	0,4224	1,5869	5	3I	2,0786	9,9808	2,0107	10,5981	2,0792	0,6167	1,394
3	4A	2,0927	9,9972	2,0008	10,4733	2,0954	0,4734	1,5274	5	4I	2,0531	9,9367	2,0071	10,708	2,0538	0,7706	1,2365
3	5A	2,0921	9,9615	2,0012	10,3525	2,0957	0,3874	1,6138	5	5I	2,0483	9,9385	2,0055	10,5703	2,0494	0,6307	1,3748
3	6A	2,0924	9,9063	2,0031	10,3651	2,0969	0,4543	1,5488	5	6I	2,0647	9,9547	2,0071	10,7009	2,0661	0,7448	1,2623
3	7A	2,0627	9,9801	2,0088	10,4301	2,0674	0,4453	1,5635	5	7I	2,0678	9,9277	2,0045	10,6811	2,0688	0,7524	1,2521
3	8A	2,0716	9,9561	2,0035	10,4118	2,076	0,4513	1,5522	5	8I	2,0539	9,8909	2,0073	10,5762	2,054	0,6852	1,3221
2	9A	2,0687	9,9496	2,0005	10,3791	2,0714	0,4268	1,5737	4	9I	2,0687	9,9167	2,0091	10,4219	2,0687	0,5052	1,5039
4	1B	2,0646	9,9295	2,0068	10,4302	2,0702	0,4951	1,5117	4	1L	2,0644	9,9056	2	10,309	2,0645	0,4033	1,5967
5	2B	2,0674	9,9505	2,0089	10,6115	2,0712	0,6572	1,3517	5	2L	2,0818	9,9381	2,0006	10,4871	2,0818	0,549	1,4516
5	3B	2,0489	9,9253	2,0013	10,4991	2,0568	0,5659	1,4354	5	3L	2,0529	9,9305	2,0013	10,597	2,0534	0,666	1,3353
5	4B	2,0821	9,9877	2,0058	10,4219	2,0891	0,5172	1,4886	5	4L	2,0635	9,9401	2,0001	10,5987	2,0647	0,6674	1,3327
5	5B	2,0883	9,9563	2,0053	10,4546	2,0944	0,4922	1,5131	5	5L	2,0493	9,9462	2,008	10,6995	2,0503	0,7523	1,2557
5	6B	2,0693	9,9503	2,0024	10,5732	2,0772	0,615	1,3874	5	6L	2,0748	9,9247	2,0049	10,5698	2,0752	0,6447	1,3602
5	7B	2,0837	9,9715	2,0075	10,5902	2,0913	0,6111	1,3964	5	7L	2,0675	9,9494	2,0038	10,6216	2,0671	0,6726	1,3312
5	8B	2,0711	10,0499	2,0097	10,6033	2,0764	0,5481	1,4616	5	8L	2,0774	9,999	2,0023	10,5873	2,0775	0,5882	1,4141
2	9B	2,0476	9,9932	2,0021	10,3297	2,0491	0,335	1,6671	2	9L	2,0745	9,9567	2,0071	10,3435	2,0745	0,3868	1,6203
2	1C	2,0747	9,9408	2,0021	10,2823	2,0774	0,3388	1,6633	2	1M	2,0654	9,9499	2,0061	10,2835	2,0655	0,3335	1,6726
5	2C	2,0829	9,9423	2,0064	10,619	2,0896	0,67	1,3364	5	2M	2,0896	9,9405	2,004	10,4503	2,0897	0,5097	1,4943
5	3C	2,0716	9,9782	2,008	10,7039	2,0812	0,7161	1,2919	5	3M	2,047	9,9825	2	10,6836	2,047	0,7011	1,2989
5	4C	2,0465	9,9037	2,0046	10,3546	2,0539	0,4435	1,5611	5	4M	2,0585	9,9505	2,0067	10,5887	2,0585	0,6382	1,3685
5	5C	2,07	10,0002	2,0093	10,5463	2,0777	0,5384	1,4709	5	5M	2,0716	9,9431	2,0052	10,5708	2,0718	0,6275	1,3777
5	6C	2,0732	9,9525	2,004	10,5934	2,08	0,6341	1,3699	5	6M	2,0835	10,0526	2,0063	10,6812	2,084	0,6281	1,3782
5	7C	2,0679	9,9068	2,0105	10,6277	2,0749	0,7139	1,2966	5	7M	2,0773	9,9609	2,004	10,6466	2,0774	0,6856	1,3184
5	8C	2,0801	9,9841	2,0008	10,682	2,0869	0,6911	1,3097	5	8M	2,0745	9,9323	2,0045	10,6438	2,0745	0,7115	1,293
4	9C	2,0643	10,0124	2,0023	10,5466	2,0669	0,5316	1,4707	4	9M	2,072	9,9438	2,0038	10,4017	2,0722	0,4577	1,5461
4	1D	2,0866	9,9688	2,0071	10,4699	2,0904	0,4973	1,5098	4	1N	2,0857	9,9569	2,0026	10,4309	2,0857	0,474	1,5286
5	2D	2,0792	9,9329	2,0088	10,6285	2,0873	0,6875	1,3213	5	2N	2,064	9,9926	2,0006	10,5645	2,064	0,5719	1,4287
5	3D	2,0811	9,9867	2,0001	10,6841	2,0903	0,6882	1,3119	5	3N	2,0699	9,9247	2,0052	10,5461	2,0699	0,6214	1,3838
5	4D	2,0758	9,9919	2,002	10,7447	2,0798	0,7488	1,2532	5	4N	2,0855	10,0056	2,0008	10,6813	2,0861	0,6751	1,3257
5	5D	2,0749	9,9871	2,0015	10,5541	2,0792	0,6627	1,3388	5	5N	2,0813	9,9076	2,0073	10,5741	2,0818	0,666	1,3413
5	6D	2,0704	9,9688	2,0058	10,7343	2,0763	0,7596	1,2462	5	6N	2,0687	9,9991	2,0006	10,6964	2,0687	0,6973	1,3033
5	7D	2,0834	10,0012	2,0051	10,627	2,0904	0,6188	1,3863	5	7N	2,069	9,9444	2,0008	10,5868	2,0691	0,6423	1,3585
5	8D	2,0668	9,9401	2,0026	10,5493	2,0705	0,6055	1,3971	5	8N	2,0819	9,9688	2,0042	10,6034	2,0821	0,6344	1,3698
2	9D	2,0714	9,9386	2,0019	10,3109	2,0717	0,372	1,6299	2	9N	2,0856	9,9457	2,0038	10,2844	2,0856	0,3387	1,6651
2	1E	2,1041	10,0148	2,006	10,3795	2,1049	0,3639	1,6421	2	1O	2,0883	9,9687	2,008	10,2145	2,0886	0,2455	1,7625
5	2E	2,0985	9,9457	2,0071	10,4986	2,1026	0,5488	1,4583	5	2O	2,0717	9,9418	2,0053	10,4551	2,0718	0,5132	1,4921
5	3E	2,0767	9,9891	2,0028	10,6214	2,0839	0,6251	1,3777	5	3O	2,0945	10,0153	2,0069	10,4627	2,0945	0,4474	1,5595
5	4E	2,0714	9,9398	2,0069	10,6634	2,0789	0,7161	1,2908	5	4O	2,0746	9,8912	2,0064	10,5459	2,0747	0,6546	1,3518
5	5E	2,072	9,9541	2,0009	10,5684	2,0788	0,6075	1,3934	5	5O	2,0846	9,9403	2,0008	10,5481	2,085	0,6074	1,3934
5	6E	2,0892	9,9996	2,0087	10,7084	2,0936	0,7044	1,3043	5	6O	2,0763	9,9736	2,0106	10,5589	2,0763	0,5853	1,4253
5	7E	2,0654	9,9162	2,0068	10,5783	2,0708	0,6567	1,3501	5	7O	2,0735	9,9773	2,0093	10,5815	2,0737	0,604	1,4053
5	8E	2,0654	9,9201	2,0067	10,566	2,0693	0,642	1,3647	5	8O	2,0527	9,9209	2,0052	10,5263	2,0527	0,6054	1,3998
4	9E	2,0681	9,9505	2,0037	10,3326	2,0697	0,3805	1,6232	4	9O	2,0574	9,9875	2,0008	10,4035	2,0574	0,416	1,5848
4	1F	2,0617	9,9198	2,0077	10,4312	2,0626	0,5105	1,4972	4	1P	2,0699	9,9832	2,0077	10,3393	2,0699	0,3561	1,6516
5	2F	2,1086	10,0082	2,0033	10,6116	2,1124	0,5996	1,4037	5	2P	2,0786	9,9813	2,0034	10,3416	2,0786	0,3603	1,6431
5	3F	2,0886	9,9863	2,0046	10,6636	2,0924	0,6735	1,3311	5	3P	2,1072	10,0126	2,0004	10,4908	2,1072	0,4782	1,5222
5	4F	2,0699	9,9511	2,0002	10,6046	2,0753	0,6481	1,3521	5	4P	2,0695	9,9373	2,001	10,4923	2,0695	0,555	1,446
5	5F	2,0649	9,9044	2,0027	10,614	2,0674	0,7071	1,2956	5	5P	2,0729	9,928	2,0048	10,4874	2,0729	0,5594	1,4454
5	6F	2,0742	9,9807	2,0031	10,6085	2,0778	0,6242	1,3789	5	6P	2,0635	9,9518	2,0039	10,5366	2,0635	0,5848	1,4191
5	7F	2,0658	9,9657	2,0008	10,5301	2,0675	0,5627	1,4381	5	7P	2,0637	9,9706	2	10,4709	2,0637	0,5003	1,4997
5	8F	2,063	9,9545	2,0042	10,5468	2,0643	0,591	1,4132	5	8P	2,0599	9,924	2,008	10,3905	2,0599	0,4665	1,5415
2	9F	2,0796	9,9984	2,0021	10,2992	2,0797	0,3007	1,7014	2	9P	2,0772	9,9914	2,0007	10,2193	2,0772	0,2279	1,7728
2	1G	2,0849	9,9862	2,0069	10,3426	2,0852	0,3561	1,6508	1	1Q	2,0795	9,9684	2,0084	10,1567	2,0795	0,1883	1,8201
5	2G	2,0853	9,9157	2,0055	10,577	2,0859	0,6607	1,3448	3	2Q	2,0859	9,9606	2,0084	10,2285	2,0859	0,2679	1,7405
5	3G	2,081	9,9986	2,0009	10,5965	2,0833	0,5956	1,4053	3	3Q	2,0933	9,9337	2	10,2439	2,0933	0,3102	1,6898
5	4G	2,0976	9,9741	2,0019	10,6278	2,1002	0,6511	1,3508	3	4Q	2,1019	9,9225	2,0056	10,2088	2,1019	0,2863	1,7193
5	5G	2,0447	9,943	2,0109	10,6717	2,047	0,7264	1,2845	3	5Q	2,0673	9,9551	2,0001	10,2987	2,0673	0,3436	1,6565
5	6G	2,062	9,9383	2,0016	10,5442	2,0643	0,6036	1,398	3	6Q	2,1042	9,9659	2,0047	10,3495	2,1044	0,3834	1,6213
5	7G	2,0562	9,9248	2,0094	10,5098	2,0585	0,5827	1,4267	3	7Q	2,0582	9,9175	2,0011	10,3215	2,059	0,4032	1,5979
5	8G	2,066	9,9771	2,0086	10,6495	2,0672	0,6712	1,3374	3	8Q	2,0723	9,9323	2,0019	10,2179	2,0723	0,2856	1,7163
4	9G	2,0755	9,9963	2,0013	10,4409	2,0756	0,4445	1,5568	2	9Q	2,052	9,9269	2,0072	10,1648	2,052	0,2379	1,7693
4	1H	2,0517	9,9009	2,0032	10,4273	2,0518	0,5263	1,4769									
5	2H	2,0691	9,9622	2,0025	10,5553	2,0697	0,5925	1,41									

Tabella 46: liofilizzazione con tappo 2-leg: essiccazione primario dieci ore

		FD-10h-2L										FD-10h-2L							
		Pre-lyo				Post-lyo						Pre-lyo				Post-lyo			
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato		N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato	
1	1A	2,1029	9,9972	2,0028	10,244	2,106	0,2437	1,7591		2	11	2,0969	9,9697	2,0054	10,2615	2,0971	0,2916	1,7138	
3	2A	2,108	9,9778	2,0049	10,3452	2,1119	0,3635	1,6414		5	21	2,1044	9,9501	2,0021	10,4002	2,1047	0,4498	1,5523	
3	3A	2,0808	9,984	2,0091	10,5144	2,0849	0,5263	1,4828		5	31	2,0842	9,9522	2,0016	10,4368	2,085	0,4838	1,5178	
3	4A	2,1072	10,0207	2,0012	10,5297	2,1125	0,5037	1,4975		5	41	2,095	10,0143	2,0051	10,7044	2,0979	0,6872	1,3179	
3	5A	2,0998	10,0378	2,0078	10,4093	2,1051	0,3662	1,6416		5	51	2,1112	9,9756	2,002	10,6685	2,1143	0,6898	1,3122	
3	6A	2,09	9,9748	2,0019	10,3795	2,0958	0,3989	1,603		5	61	2,0906	9,9397	2,0002	10,6507	2,0929	0,7087	1,2915	
3	7A	2,1096	9,9853	2,003	10,4973	2,1153	0,5063	1,4967		5	71	2,0806	9,991	2,0079	10,604	2,0838	0,6098	1,3981	
3	8A	2,1197	9,9976	2,0106	10,4994	2,1266	0,4949	1,5157		5	81	2,0833	10,0043	2,0003	10,6446	2,0853	0,6383	1,362	
2	9A	2,0881	9,9194	2,0007	10,3129	2,0929	0,3887	1,612		4	91	2,1093	10,0009	2,0077	10,4847	2,11	0,4831	1,5246	
4	1B	2,0693	9,9956	2,0047	10,3755	2,0776	0,3716	1,6331		4	1L	2,0932	10,0404	2,0054	10,4974	2,0937	0,4565	1,5489	
5	2B	2,1127	9,9844	2,0035	10,4009	2,1222	0,4151	1,5884		5	2L	2,117	9,983	2,0102	10,4651	2,1181	0,481	1,5292	
5	3B	2,0931	9,9565	2,0042	10,5601	2,1009	0,5958	1,4084		5	3L	2,1124	10,0355	2,0048	10,6438	2,114	0,6067	1,3981	
5	4B	2,0917	10,0153	2,0008	10,3982	2,1017	0,3729	1,6279		5	4L	2,0957	10,0022	2,0072	10,6408	2,0981	0,6362	1,371	
5	5B	2,0851	9,9324	2,0047	10,4555	2,0917	0,5165	1,4882		5	5L	2,1014	9,9518	2,0032	10,6202	2,1041	0,6657	1,3375	
5	6B	2,0978	9,958	2,0075	10,6308	2,1069	0,6637	1,3438		5	6L	2,1057	9,9856	2,0009	10,7448	2,1077	0,7572	1,2437	
5	7B	2,1124	10,0828	2,0055	10,6396	2,1201	0,5491	1,4564		5	7L	2,1077	9,967	2,0039	10,5852	2,1094	0,6165	1,3874	
5	8B	2,0873	10,023	2,0066	10,572	2,0953	0,541	1,4656		5	8L	2,1093	9,9461	2,0104	10,3969	2,109	0,4511	1,5593	
2	9B	2,1069	10,0291	2,0038	10,3343	2,1105	0,3016	1,7022		2	9L	2,107	9,9713	2,0034	10,2976	2,1072	0,3261	1,6773	
2	1C	2,0965	10,009	2,0047	10,2896	2,0989	0,2782	1,7265		2	1M	2,1019	9,9636	2,0053	10,2714	2,1019	0,3078	1,6975	
5	2C	2,0908	9,9689	2,0063	10,417	2,1009	0,438	1,5683		5	2M	2,0884	9,9703	2,0065	10,3285	2,0884	0,3582	1,6483	
5	3C	2,0993	9,9556	2,0035	10,5642	2,1117	0,5962	1,4073		5	3M	2,077	9,9538	2,0088	10,4933	2,0773	0,5392	1,4696	
5	4C	2,0917	9,983	2,006	10,5948	2,0974	0,6061	1,3999		5	4M	2,1044	9,9598	2,0039	10,6401	2,1062	0,6785	1,3254	
5	5C	2,1013	9,9366	2,007	10,5352	2,1121	0,5878	1,4192		5	5M	2,1214	10,0045	2,0071	10,6622	2,1226	0,6565	1,3506	
5	6C	2,0901	9,9519	2,0005	10,6118	2,0988	0,6512	1,3493		5	6M	2,1118	9,9916	2,0012	10,6649	2,1136	0,6715	1,3297	
5	7C	2,0926	9,9652	2	10,6103	2,1015	0,6362	1,3638		5	7M	2,1016	9,9946	2,0045	10,5688	2,1034	0,5724	1,4321	
5	8C	2,0957	9,9901	2,0001	10,5753	2,1034	0,5775	1,4226		5	8M	2,0827	9,9439	2,006	10,5368	2,083	0,5926	1,4134	
4	9C	2,1151	9,9719	2,0041	10,6251	2,1184	0,6499	1,3542		4	9M	2,0861	9,9895	2,0039	10,2976	2,0861	0,3081	1,6958	
4	1D	2,1066	9,9835	2,0014	10,4343	2,1105	0,4469	1,5545		4	1N	2,1001	9,9941	2,0073	10,4095	2,1002	0,4153	1,592	
5	2D	2,1063	9,989	2,0006	10,509	2,1147	0,5116	1,489		5	2N	2,091	9,961	2,0037	10,5321	2,091	0,5711	1,4326	
5	3D	2,0864	9,9491	2,0041	10,6696	2,0959	0,711	1,2931		5	3N	2,0799	9,93	2,0056	10,5702	2,0801	0,64	1,3656	
5	4D	2,1009	10,0068	2,0054	10,5258	2,1108	0,5091	1,4963		5	4N	2,0899	9,9399	2	10,5583	2,0906	0,6177	1,3823	
5	5D	2,1086	10,0155	2,0002	10,6775	2,1174	0,6532	1,347		5	5N	2,0959	9,9599	2,0037	10,5811	2,0961	0,621	1,3827	
5	6D	2,105	9,9555	2,0034	10,5905	2,1136	0,6264	1,377		5	6N	2,0991	9,923	2,0058	10,4113	2,0999	0,4875	1,5183	
5	7D	2,0851	9,9348	2,0056	10,5898	2,0927	0,6474	1,3582		5	7N	2,0927	9,9806	2,008	10,6109	2,0928	0,6302	1,3778	
5	8D	2,0868	9,9533	2,0071	10,5973	2,0923	0,6385	1,3686		5	8N	2,1084	9,9781	2,0016	10,4413	2,1084	0,4632	1,5384	
2	9D	2,0927	10,0415	2,0068	10,3646	2,0936	0,3222	1,6846		2	9N	2,0943	9,9747	2,0068	10,3121	2,0943	0,3374	1,6894	
2	1E	2,087	9,9788	2,0017	10,2422	2,0884	0,262	1,7397		2	10	2,0941	9,9512	2,0087	10,1475	2,0942	0,1962	1,8125	
5	2E	2,1016	10,0074	2,0004	10,5295	2,1063	0,5174	1,483		5	20	2,0959	10,0127	2,0019	10,2661	2,0959	0,2534	1,7485	
5	3E	2,093	10,0041	2,0068	10,4986	2,0997	0,4878	1,519		5	30	2,103	10,065	2,0069	10,4094	2,103	0,3444	1,6625	
5	4E	2,0844	9,9455	2,009	10,5743	2,0925	0,6207	1,3883		5	40	2,0995	9,9525	2,0045	10,3573	2,0995	0,4048	1,5997	
5	5E	2,1046	10,0308	2,0019	10,6233	2,1118	0,5853	1,4166		5	50	2,0892	9,9764	2,004	10,566	2,0892	0,5896	1,4144	
5	6E	2,0946	9,9405	2,0006	10,5002	2,1013	0,553	1,4476		5	60	2,0806	10,0131	2,0038	10,5748	2,081	0,5613	1,4425	
5	7E	2,0834	9,9332	2,006	10,6822	2,0893	0,7431	1,2629		5	70	2,0927	9,97	2,0079	10,4559	2,0928	0,4858	1,5221	
5	8E	2,0871	9,9698	2,0093	10,6244	2,092	0,6497	1,3596		5	80	2,099	9,9475	2,0054	10,4542	2,099	0,5067	1,4987	
4	9E	2,1029	10,0197	2,0087	10,4966	2,1046	0,4752	1,5335		4	90	2,1171	10,0045	2,004	10,2875	2,1171	0,283	1,721	
4	1F	2,1044	9,9957	2,0092	10,2245	2,106	0,2272	1,782		4	1P	2,0944	9,9929	2,0049	10,1726	2,0944	0,1797	1,8252	
5	2F	2,1086	9,9951	2,0028	10,5909	2,1131	0,5913	1,4115		5	2P	2,0831	10,0109	2,0071	10,279	2,0831	0,2681	1,739	
5	3F	2,0913	10,0102	2	10,7125	2,0964	0,6972	1,3028		5	3P	2,1154	10,0041	2,0075	10,4586	2,1154	0,4545	1,553	
5	4F	2,1009	9,9736	2,0077	10,5043	2,1065	0,5251	1,4826		5	4P	2,0845	9,974	2,0077	10,4449	2,0845	0,4709	1,5368	
5	5F	2,0987	9,9881	2,0072	10,5501	2,1051	0,5556	1,4516		5	5P	2,0962	9,9598	2,0078	10,3654	2,0962	0,4056	1,6022	
5	6F	2,0879	9,9943	2,0083	10,5701	2,092	0,5717	1,4366		5	6P	2,088	9,955	2,0041	10,322	2,0881	0,3669	1,6372	
5	7F	2,1131	10,0142	2,0063	10,7589	2,1183	0,7395	1,2668		5	7P	2,1009	10,0098	2,0011	10,453	2,101	0,4431	1,558	
5	8F	2,1068	9,9421	2,0082	10,589	2,1098	0,6439	1,3643		5	8P	2,0917	9,9571	2,0027	10,2993	2,0921	0,3418	1,6609	
2	9F	2,0851	9,9788	2,0044	10,3062	2,0859	0,3266	1,6778		2	9P	2,0877	9,9786	2,0019	10,1047	2,0877	0,1261	1,8758	
2	1G	2,1025	9,9496	2,0036	10,2076	2,1026	0,2579	1,7457		1	1Q	2,0937	9,9598	2,0042	10,0663	2,0937	0,1065	1,8977	
5	2G	2,0965	9,9645	2,0027	10,3571	2,0982	0,3909	1,6118		3	2Q	2,0909	9,9701	2,0023	10,1231	2,0909	0,153	1,8493	
5	3G	2,1077	9,9886	2,0035	10,543	2,1111	0,541	1,4625		3	3Q	2,0787	9,9875	2,0079	10,2361	2,0783	0,249	1,7589	
5	4G	2,0989	9,9891	2,002	10,6472	2,1032	0,6538	1,3482		3	4Q	2,1201	10,0757	2,0087	10,2891	2,1201	0,2134	1,7953	
5	5G	2,0847	9,9599	2,0106	10,5854	2,0881	0,6221	1,3885		3	5Q	2,0921	9,9841	2,0046	10,1957	2,0923	0,2114	1,7932	
5	6G	2,1145	9,9885	2,0008	10,6005	2,119	0,6075	1,3933		3	6Q	2,0956	9,9961	2,0026	10,1552	2,0958	0,1589	1,8437	
5	7G	2,0977	9,9494	2,0104	10,6133	2,1017	0,6599	1,3505		3	7Q	2,1018	10,0674	2,0018	10,3518	2,1018	0,2844	1,7174	
5	8G	2,09	9,9819	2,0078	10,6378	2,0928	0,6531	1,3547		3	8Q	2,0975	9,9955	2,0038	10,1843	2,0976	0,1887	1,8151	
4	9G	2,0968	10,0285	2,0094	10,5263	2,0976	0,497	1,5124		2	9Q	2,1197	9,9443	2,007	10,0927	2,1198	0,1483	1,8587	
4	1H	2,0953																	

Tabella 47: liofilizzazione con tappo 4-leg: essiccamento primario dieci ore

FD-10h-4L									FD-10h-4L										
N°P.D.	Posizione	Pre-tyo			Post-tyo					N°P.D.	Posizione	Pre-tyo			Post-tyo				
		Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Pesotot	Peso tappo	residuo	sublimato				Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Pesotot	Peso tappo	residuo	sublimato	
1 1A		2,5212	10,4151	2,005	10,6228	2,5255	0,2034	1,8016		2 1I		2,5484	10,4209	2,009	10,7601	2,5485	0,3391	1,6699	
3 2A		2,5761	10,4457	2,0015	10,7781	2,5815	0,327	1,6745		5 2I		2,5541	10,3997	2,0047	10,9943	2,5547	0,594	1,4107	
3 3A		2,536	10,4391	2,0012	10,9251	2,5424	0,4796	1,5216		5 3I		2,5593	10,4274	2,0005	11,0895	2,5608	0,6606	1,3399	
3 4A		2,5471	10,4604	2,011	10,5453	2,553	0,079	1,932		5 4I		2,5692	10,4884	2,0004	11,1356	2,5719	0,6445	1,3559	
3 5A		2,5609	10,4984	2,0048	10,5044	2,5668	0,0001	2,0047		5 5I		2,5883	10,4375	2,0042	10,9745	2,591	0,5343	1,4699	
3 6A		2,6023	10,4866	2,0084	10,6568	2,6085	0,164	1,8444		5 6I		2,6025	10,4671	2,0029	11,146	2,6055	0,6759	1,327	
3 7A		2,5127	10,3885	2,0036	10,6694	2,5185	0,2751	1,7285		5 7I		2,5582	10,4682	2,0081	10,8694	2,56	0,3994	1,6087	
3 8A		2,63	10,5077	2,006	10,6699	2,6361	0,1561	1,8499		5 8I		2,6121	10,534	2,0029	11,0662	2,6127	0,5316	1,4713	
2 9A		2,583	10,4141	2,0041	10,5517	2,586	0,1346	1,8695		4 9I		2,5402	10,4315	2,0023	10,9341	2,5406	0,5022	1,5001	
4 1B		2,5972	10,5236	2,0032	10,9643	2,6043	0,4336	1,5696		4 1L		2,5451	10,4923	2,0048	10,9818	2,5452	0,4894	1,5154	
5 2B		2,5315	10,403	2,0008	10,9897	2,5429	0,5753	1,4255		5 2L		2,5737	10,4395	2,0039	11,1275	2,5747	0,687	1,3169	
5 3B		2,6005	10,4637	2,0031	10,9798	2,612	0,5046	1,4985		5 3L		2,5847	10,5076	2,0046	11,1996	2,5864	0,6903	1,3143	
5 4B		2,5493	10,4729	2,0032	10,7037	2,5593	0,2208	1,7824		5 4L		2,5334	10,4399	2,0049	11,1788	2,5357	0,7366	1,2683	
5 5B		2,5625	10,4102	2,0015	10,7954	2,5713	0,3764	1,6251		5 5L		2,5238	10,3738	2,0078	10,9243	2,5267	0,5476	1,4602	
5 6B		2,5512	10,4113	2,0034	10,7709	2,5574	0,3534	1,65		5 6L		2,5314	10,4116	2,0043	10,8407	2,5336	0,4269	1,5774	
5 7B		2,5591	10,5292	2,0033	10,6775	2,5653	0,1421	1,8612		5 7L		2,5907	10,4496	2,0053	10,6002	2,591	0,1503	1,855	
5 8B		2,5277	10,4636	2,0025	10,7499	2,532	0,282	1,7205		5 8L		2,5701	10,4072	2,0063	10,9751	2,5704	0,5676	1,4387	
2 9B		2,622	10,5441	2,0018	10,8354	2,6231	0,2902	1,7116		2 9L		2,5661	10,4305	2,0041	10,8114	2,5663	0,3807	1,6234	
2 1C		2,5234	10,4536	2,0037	10,7637	2,5244	0,3267	1,677		2 1M		2,4909	10,352	2,0008	10,6378	2,491	0,2857	1,7151	
5 2C		2,5271	10,405	2,0104	10,9722	2,5323	0,562	1,4484		5 2M		2,5891	10,4713	2,0029	11,0099	2,5892	0,5385	1,4644	
5 3C		2,5526	10,4092	2,005	11,1121	2,5625	0,693	1,312		5 3M		2,5841	10,4606	2,0008	11,1698	2,5844	0,7089	1,2919	
5 4C		2,6069	10,4982	2,0062	10,9108	2,6148	0,4047	1,6015		5 4M		2,5	10,3557	2,002	11,0604	2,5011	0,7036	1,2984	
5 5C		2,5379	10,3729	2,003	11,0694	2,5475	0,6869	1,3161		5 5M		2,5628	10,446	2,0032	11,1304	2,5639	0,6833	1,3199	
5 6C		2,5922	10,4538	2,0024	10,8054	2,5998	0,344	1,6584		5 6M		2,5616	10,4416	2,0043	11,172	2,5629	0,7298	1,2745	
5 7C		2,5306	10,4029	2,0046	10,6579	2,5377	0,2479	1,7567		5 7M		2,5704	10,4636	2,0049	10,8455	2,5707	0,3816	1,6233	
5 8C		2,5535	10,448	2,0083	10,6887	2,5601	0,2341	1,7742		5 8M		2,5464	10,4076	2,0076	10,7914	2,5464	0,3838	1,6238	
4 9C		2,536	10,3921	2,0024	10,9506	2,5397	0,5548	1,4476		4 9M		2,5606	10,4636	2	10,9076	2,561	0,4436	1,5654	
4 1D		2,5022	10,3795	2,0047	10,8057	2,5044	0,424	1,5807		4 1N		2,6342	10,5281	2,0062	10,9798	2,6346	0,4513	1,5549	
5 2D		2,518	10,4003	2,004	11,0002	2,5235	0,5944	1,4096		5 2N		2,5793	10,4493	2,0052	11,0773	2,5795	0,6278	1,3774	
5 3D		2,5314	10,3939	2,0035	11,1226	2,5401	0,72	1,2835		5 3N		2,5442	10,3944	2,0039	11,0474	2,5443	0,6529	1,351	
5 4D		2,5713	10,477	2,0055	10,8312	2,5785	0,347	1,6585		5 4N		2,5617	10,4115	2,0082	10,8917	2,5618	0,4801	1,5281	
5 5D		2,5995	10,5059	2,0063	11,0774	2,6065	0,5645	1,4418		5 5N		2,5776	10,4417	2,0036	10,96	2,5781	0,5178	1,4858	
5 6D		2,5422	10,3924	2,0023	10,8902	2,5486	0,4914	1,5109		5 6N		2,584	10,4083	2,0007	10,7064	2,5844	0,2977	1,703	
5 7D		2,5812	10,4305	2,0023	10,9395	2,5877	0,5025	1,4998		5 7N		2,6109	10,499	2,0065	11,0453	2,6113	0,5459	1,4606	
5 8D		2,4922	10,3582	2,0047	10,8346	2,4966	0,472	1,5327		5 8N		2,5347	10,4041	2,0029	10,9608	2,5349	0,5565	1,4464	
2 9D		2,5924	10,5412	2,0041	10,9329	2,5926	0,3915	1,6126		2 9N		2,5631	10,4437	2,0086	10,7989	2,5631	0,3552	1,6534	
2 1E		2,5601	10,4514	2,0076	10,7662	2,5608	0,3141	1,6935		2 1O		2,5259	10,3829	2,0084	10,7001	2,5262	0,3169	1,6915	
5 2E		2,4967	10,4026	2,0088	10,9822	2,4999	0,5764	1,4324		5 2O		2,523	10,4396	2,0016	10,919	2,5231	0,4793	1,5223	
5 3E		2,5074	10,418	2,003	11,0243	2,5146	0,5991	1,4039		5 3O		2,5532	10,5152	2,0023	11,0731	2,5532	0,5579	1,4444	
5 4E		2,5437	10,4049	2,0034	10,9981	2,5523	0,5846	1,4188		5 4O		2,5621	10,4149	2,0013	11,026	2,5625	0,6107	1,3906	
5 5E		2,5658	10,4916	2,0036	10,8972	2,5738	0,3976	1,606		5 5O		2,54	10,4275	2,0023	11,0005	2,54	0,573	1,4293	
5 6E		2,5393	10,3853	2,0032	10,8315	2,5467	0,4388	1,5644		5 6O		2,5622	10,4945	2,0064	11,0856	2,5622	0,5911	1,4153	
5 7E		2,5541	10,4038	2,0024	10,9612	2,5614	0,5501	1,4523		5 7O		2,5629	10,4401	2,0048	10,8444	2,563	0,4042	1,6006	
5 8E		2,5461	10,4291	2,0039	10,9677	2,5514	0,5333	1,4706		5 8O		2,6998	10,5475	2,0026	11,1191	2,7001	0,5713	1,4313	
4 9E		2,5804	10,497	2,0078	10,9537	2,5821	0,455	1,5528		4 9O		2,5599	10,447	2,002	10,8414	2,5601	0,3942	1,6078	
4 1F		2,505	10,3975	2,0067	10,8327	2,506	0,4342	1,5725		4 1P		2,5468	10,4455	2,0031	10,8103	2,5473	0,3643	1,6388	
5 2F		2,5631	10,4494	2,0048	11,1402	2,5676	0,6863	1,3185		5 2P		2,5881	10,5162	2,0039	11,059	2,5884	0,5425	1,4614	
5 3F		2,5892	10,5077	2,0023	11,1952	2,5951	0,6816	1,3207		5 3P		2,581	10,4697	2,001	11,0326	2,5811	0,5628	1,4382	
5 4F		2,5629	10,4356	2,0019	11,14	2,57	0,6973	1,3046		5 4P		2,5455	10,435	2,0076	10,9524	2,5458	0,5171	1,4905	
5 5F		2,5503	10,4395	2,0027	11,0662	2,5568	0,6202	1,3825		5 5P		2,561	10,4247	2,0108	10,9461	2,5612	0,5212	1,4896	
5 6F		2,5447	10,4514	2,0057	10,8721	2,5492	0,4162	1,5895		5 6P		2,5699	10,4368	2,006	10,6494	2,5702	0,2123	1,7937	
5 7F		2,5491	10,4503	2,0054	10,966	2,5538	0,511	1,4944		5 7P		2,5654	10,4739	2,0064	10,8658	2,5654	0,3919	1,6145	
5 8F		2,6153	10,4499	2,0034	11,1186	2,6184	0,6656	1,3378		5 8P		2,6936	10,5587	2,0051	11,0331	2,6939	0,4741	1,531	
2 9F		2,5196	10,4134	2,0048	10,8161	2,5195	0,4028	1,602		2 9P		2,5062	10,3972	2,0068	10,6165	2,5065	0,219	1,7878	
2 1G		2,5398	10,387	2,0051	10,72	2,5399	0,3329	1,6722		1 1Q		2,5688	10,4345	2,0021	10,6091	2,569	0,1744	1,8277	
5 2G		2,534	10,4016	2,0043	10,9719	2,5382	0,5661	1,4382		3 2Q		2,659	10,538	2,0009	10,8639	2,6591	0,3258	1,6751	
5 3G		2,571	10,4618	2,0035	11,1024	2,575	0,6366	1,3669		3 3Q		2,5364	10,4451	2,0013	10,8075	2,5364	0,3624	1,6389	
5 4G		2,5937	10,4841	2,0014	11,2494	2,5985	0,7605	1,2409		3 4Q		2,6285	10,5845	2,0025	10,8496	2,6288	0,2648	1,7377	
5 5G		2,5239	10,3995	2,0034	10,9263	2,5289	0,5218	1,4816		3 5Q		2,5488	10,4408	2,0033	10,6747	2,5492	0,2335	1,7698	
5 6G		2,5289	10,4034	2,0018	10,9172	2,534	0,5087	1,4931		3 6Q		2,5697	10,4701	2,0059	10,7237	2,5697	0,2536	1,7523	
5 7G		2,6469	10,4985	2,0034	10,9146	2,652	0,411	1,5924		3 7Q		2,5181	10,4833	2,0057	10,7417	2,5181	0,2584	1,7473	
5 8G		2,5762	10,4681	2,0033	11,1089	2,5804	0,6366	1,3667		3 8Q		2,5911	10,4886	2,0076	10,7502	2,5918	0,2609	1,7467	
4 9G		2,6021	10,5336	2,0031	11,0269	2,6027	0,4927	1,5104		2 9Q		2,6012	10,4258	2,0014	10,6328	2,6015	0,2067	1,7947	
4 1H		2,4807	10																

t = 10

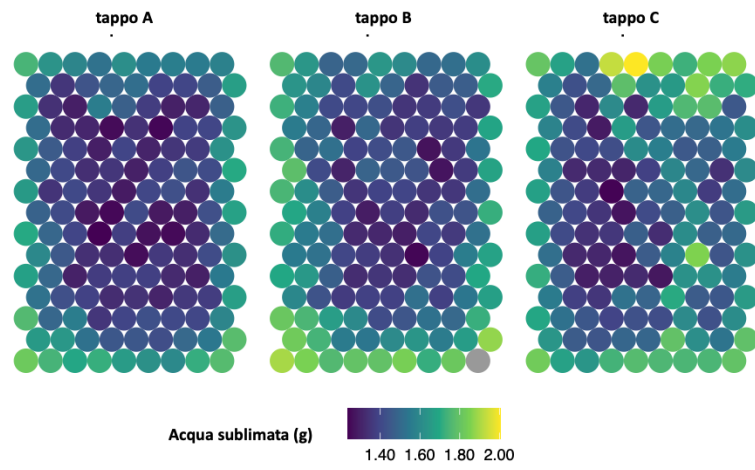


Figura 20: mappe cromatiche per essiccamento primario dieci ore

Tempo 15 ore

Tabella 48: liofilizzazione con tappo 1-leg: essiccamento primario quindici ore

FD - 15h - 1L									FD - 15h - 1L								
Pre-lyo				Post-lyo					Pre-lyo				Post-lyo				
N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato	N° P.D.	Posizione	Peso tappo	Peso tara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato
1	1A	2,0906	9,9847	2,0043	10,018	2,0927	0,0308	1,9735	2	1I	2,0517	9,9238	2,0016	9,9255	2,0517	0,0017	1,9999
3	2A	2,0664	9,9362	2,0037	9,9652	2,0686	0,0268	1,9769	5	2I	2,0662	9,9116	2,0107	10,028	2,0663	0,1159	1,8948
3	3A	2,0872	9,9902	2,0078	10,097	2,0901	0,1041	1,9037	5	3I	2,0701	9,9383	2	10,083	2,0722	0,1423	1,8577
3	4A	2,0605	9,974	2,0062	10,078	2,0637	0,1004	1,9058	5	5I	2,0856	9,9497	2,008	10,262	2,0866	0,3115	1,6965
3	5A	2,0725	10,0106	2,0039	10,074	2,0764	0,0598	1,9441	5	6I	2,0802	9,9292	2,0066	10,144	2,0813	0,2138	1,7928
3	6A	2,0573	9,942	2	10,018	2,0612	0,0718	1,9282	5	7I	2,076	9,9862	2,0047	10,178	2,0778	0,1898	1,8149
3	7A	2,0753	9,9512	2,0054	10,072	2,0792	0,1164	1,889	5	8I	2,0747	9,996	2,004	10,273	2,0769	0,2746	1,7294
3	8A	2,0541	9,932	2,0026	10,024	2,058	0,0876	1,915	4	9I	2,0477	9,9389	2,0042	10,06	2,0475	0,1208	1,8834
2	9A	2,0904	9,9217	2,0112	9,9513	2,0937	0,0263	1,9849	4	1L	2,0807	10,0279	2,0052	10,083	2,0812	0,0541	1,9511
4	1B	2,083	10,0091	2,0041	10,089	2,0879	0,0746	1,9295	5	2L	2,0604	9,9263	2,0066	10,06	2,061	0,133	1,8736
5	2B	2,0646	9,9359	2,0026	10,017	2,0705	0,0753	1,9273	5	3L	2,0759	9,9986	2,0071	10,173	2,0775	0,1728	1,8343
5	3B	2,0693	9,9329	2,0006	10,031	2,0751	0,0919	1,9087	5	4L	2,0702	9,977	2,0055	10,281	2,0721	0,3018	1,7037
5	4B	2,0807	10,0045	2,0069	10,127	2,0871	0,1157	1,8912	5	5L	2,0649	9,9148	2,0044	10,187	2,0657	0,2709	1,7335
5	5B	2,049	9,8969	2,0094	10,072	2,055	0,1688	1,8406	5	6L	2,0721	9,9519	2,0112	10,187	2,0747	0,2329	1,7783
5	6B	2,0724	9,9324	2,0054	10,132	2,0787	0,1928	1,8126	5	7L	2,0771	9,9363	2,0065	10,071	2,0789	0,1332	1,8733
5	7B	2,0483	10,0186	2,0033	10,189	2,0543	0,1646	1,8387	5	8L	2,0692	9,9064	2,0027	10,048	2,0659	0,1406	1,8621
5	8B	2,071	10,0069	2,003	10,124	2,0765	0,1118	1,8912	2	9L	2,0755	9,9398	2,0003	9,9878	2,0699	0,048	1,9523
2	9B	2,0939	10,0164	2,0004	10,077	2,0964	0,0578	1,9426	2	1M	2,0792	9,9404	2,0047	9,9666	2,0792	0,0262	1,9785
2	1C	2,0838	9,9961	2,0067	10,06	2,0865	0,0613	1,9454	5	2M	2,0674	9,9498	2,001	10,016	2,0682	0,0657	1,9353
5	2C	2,0649	9,9435	2,0046	10,049	2,0683	0,1023	1,9023	5	3M	2,0838	9,9605	2,008	10,183	2,0842	0,2218	1,7862
5	3C	2,0819	9,9387	2,0042	10,075	2,0865	0,1317	1,8725	5	4M	2,0831	9,9387	2,002	10,18	2,0852	0,2393	1,7627
5	4C	2,0651	9,9567	2,0042	10,126	2,0718	0,1628	1,8414	5	5M	2,0686	9,9519	2,0064	10,146	2,0695	0,1933	1,8131
5	5C	2,0719	9,9069	2,0086	10,118	2,0776	0,2053	1,8033	5	6M	2,0538	9,9338	2,0002	10,181	2,0564	0,245	1,7552
5	6C	2,0791	9,941	2,0062	10,192	2,084	0,2463	1,7599	5	7M	2,0814	9,9744	2,0073	10,136	2,0828	0,1599	1,8474
5	7C	2,1061	9,9789	2,0038	10,155	2,1084	0,1733	1,8305	5	8M	2,0492	9,9113	2,0063	10,066	2,0506	0,1535	1,8528
5	8C	2,0654	9,9601	2,0089	10,146	2,0708	0,18	1,8289	4	9M	2,0802	9,9834	2,0101	10,072	2,0802	0,0886	1,9215
4	9C	2,065	9,9214	2,0026	10,033	2,0663	0,1106	1,892	4	1N	2,0862	9,9803	2,0013	10,063	2,0862	0,0822	1,9191
4	1D	2,08	9,9572	2,003	10,063	2,0829	0,103	1,9	5	2N	2,0734	9,9435	2	10,053	2,0734	0,1097	1,8903
5	2D	2,0845	9,9668	2,0035	10,09	2,0869	0,1206	1,8829	5	3N	2,1033	10,0246	2,0074	10,197	2,1037	0,1717	1,8357
5	3D	2,0644	9,9273	2,011	10,243	2,0684	0,3116	1,6994	5	4N	2,0507	9,9007	2	10,047	2,0514	0,1452	1,8548
5	4D	2,1086	10,0145	2,0028	10,234	2,1168	0,2111	1,7917	5	5N	2,0758	9,9397	2,0065	10,706	2,0764	0,7657	1,2408
5	5D	2,0539	9,9606	2,0072	10,24	2,0621	0,2712	1,736	5	6N	2,068	9,8921	2,0105	10,033	2,0691	0,1394	1,8711
5	6D	2,0942	9,9443	2,0082	10,179	2,0989	0,2295	1,7787	5	7N	2,0951	9,9833	2,0042	10,202	2,0951	0,2186	1,7856
5	7D	2,0692	9,9188	2,0054	10,168	2,0769	0,2418	1,7636	5	8N	2,0827	9,9519	2,0029	10,06	2,0827	0,1076	1,8953
5	8D	2,0786	9,9448	2,0031	10,132	2,0833	0,1822	1,8209	2	9N	2,0759	9,9563	2,0068	10,02	2,0759	0,0634	1,9434
2	9D	2,0628	10,0116	2,0044	10,078	2,0642	0,0647	1,9397	2	10	2,0709	9,9279	2,0078	9,9491	2,0709	0,0212	1,9866
2	1E	2,0724	9,9643	2,0031	10,006	2,0729	0,0412	1,9619	5	20	2,0826	9,999	2,0006	10,02	2,0826	0,0212	1,9794
5	2E	2,0541	9,9603	2,0037	10,08	2,0577	0,1165	1,8872	5	30	2,0804	10,0425	2,006	10,096	2,0804	0,0531	1,9529
5	3E	2,0821	9,9929	2,008	10,207	2,0874	0,2092	1,7988	5	40	2,0957	9,9485	2,0028	10,049	2,0957	0,1001	1,9027
5	4E	2,072	9,9331	2,0071	10,126	2,0774	0,1874	1,8197	5	50	2,0605	9,9478	2,0078	10,049	2,0606	0,1014	1,9064
5	5E	2,088	10,0137	2,0047	10,301	2,0956	0,2795	1,7252	5	60	2,0694	10,0019	2,0044	10,14	2,0694	0,1385	1,8659
5	6E	2,0741	9,9203	2,0008	10,06	2,0761	0,1372	1,8636	5	70	2,0937	9,9711	2,0041	10,108	2,0933	0,1368	1,8673
5	7E	2,0823	9,9325	2,0056	10,165	2,0885	0,2258	1,7798	5	80	2,0661	9,9144	2,0086	9,9945	2,0669	0,0793	1,9293
5	8E	2,0932	9,9761	2,0032	10,272	2,0957	0,2935	1,7097	4	90	2,0845	9,9716	2,001	10,015	2,085	0,0425	1,9585
4	9E	2,0694	9,9865	2,0039	10,101	2,0042	0,18	1,8239	4	1P	2,1001	9,9983	2,0057	10,025	2,1002	0,0263	1,9794
4	1F	2,0731	9,9644	2,0021	10,023	2,0732	0,0585	1,9436	5	2P	2,0725	9,9997	2,0033	10,041	2,0727	0,0411	1,9622
5	2F	2,0901	9,9768	2,0011	10,204	2,0923	0,2254	1,7757	5	3P	2,0476	9,9364	2,0041	10,022	2,0476	0,0851	1,919
5	3F	2,0764	9,995	2,0071	10,191	2,0777	0,1942	1,8129	5	4P	2,0743	9,9638	2,0023	10,009	2,0747	0,0447	1,9576
5	4F	2,0581	9,9308	2	10,193	2,0631	0,2567	1,7433	5	5P	2,061	9,9247	2,0007	9,9873	2,0621	0,0615	1,9392
5	5F	2,0863	9,976	2,0006	10,218	2,0913	0,2365	1,7641	5	6P	2,0781	9,9451	2,0079	10,024	2,0783	0,0785	1,9294
5	6F	2,0736	9,9798	2,002	10,218	2,0766	0,2354	1,7666	5	7P	2,0766	9,9851	2,0002	10,078	2,0766	0,0932	1,907
5	7F	2,0877	9,9892	2,0009	10,223	2,0918	0,2299	1,771	5	8P	2,0874	9,9525	2,0063	10,02	2,0874	0,0678	1,9385
5	8F	2,0903	9,9248	2,0035	10,113	2,0917	0,1869	1,8166	2	9P	2,0673	9,9583	2,0014	9,959	2,0673	0,0007	2,0007
2	9F	2,065	9,959	2,0094	10,035	2,0647	0,0759	1,9335	1	1Q	2,0868	9,9531	2,0063	9,954	2,0868	0,0009	2,0054
2	1G	2,0716	9,9187	2,0044	9,9574	2,0716	0,0387	1,9657	3	2Q	2,0858	9,9649	2,0011	9,9657	2,0858	0,0008	2,0003
5	2G	2,0671	9,9354	2,0083	10,052	2,0692	0,1141	1,8942	3	3Q	2,0707	9,9791	2,004	10,002	2,0707	0,0226	1,9814
5	3G	2,1103	10,0014	2,0054	10,213	2,1117	0,21	1,7954	3	4Q	2,0838	10,0396	2,0028	10,067	2,0838	0,0272	1,9756
5	4G	2,0634	9,9536	2,0059	10,258	2,0661	0,3012	1,7047	3	5Q	2,0847	9,9767	2,0013	10,007	2,0847	0,0302	1,9711
5	5G	2,0761	9,9519	2,0047	10,216	2,0803	0,2599	1,7448	3	6Q	2,0541	9,9545	2,0017	9,9752	2,0541	0,0207	1,981
5	6G	2,064	9,938	2,0039	10,161	2,0678	0,2196	1,7843	3	7Q	2,1034	10,0688	2,0084	10,087	2,1036	0,0181	1,9903
5	7G	2,0703	9,9223	2,0056	10,164	2,0744	0,2374	1,7682	3	8Q	2,0714	9,9689	2,0064	10,015	2,0718	0,0454	1,961
5	8G	2,0641	9,9553	2,0025	10,175	2,0672	0,2161	1,7864	2	9Q	2,0719	9,9664	2,0027	9,903	2,0719	0,0066	1,9961
4	9G	2,078	10,0097	2,0019	10,103	2,0793	0,0922	1,9097									
4	1H	2,073	9,9401	2,0056	10,026	2,0737	0,0849	1,9207									
5	2H	2,0551	9,9268	2,0026	10,057	2,0568	0,1283	1,8743									
5	3H	2,0951	10,0459	2,0039	10,18	2,0961	0,133	1,8709									
5	4H	2,0708	9,9469	2,0059	10,236												

Tabella 50: liofilizzazione con tappo 4-leg: essiccamento primario quindici ore

FD-15h-4L										FD-15h-4L											
N°P.D.	Posizione	Pre-lyo	FD-15h-4L		Post-lyo						N°P.D.	Posizione	Pre-lyo	FD-15h-4L		Post-lyo					
		Peso tappo	Pesotara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato					Peso tappo	Pesotara	Peso liquido	Peso tot	Peso tappo	residuo	sublimato		
1	1A	2,5052	10,4177	2,0063	10,4539	2,509	0,0324	1,9739		2	1I	2,556	10,423	2,0082	10,4518	2,5563	0,0285	1,9797			
3	2A	2,597	10,43	2,0049	10,4951	2,5998	0,0623	1,9426		5	2I	2,5501	10,4533	2,0044	10,5607	2,5503	0,1072	1,8972			
3	3A	2,5727	10,4527	2,0052	10,5168	2,5762	0,0606	1,9446		5	3I	2,5339	10,4359	2,0056	10,6245	2,5339	0,1886	1,817			
3	4A	2,6026	10,5072	2,0112	10,6029	2,6067	0,0916	1,9196		5	4I	2,5369	10,42	2,0049	10,5664	2,5371	0,1462	1,8587			
3	5A	2,528	10,3975	2,0043	10,4949	2,5331	0,0923	1,912		5	5I	2,6067	10,4969	2,0039	10,6921	2,6071	0,1948	1,8091			
3	6A	2,5292	10,3426	2,0057	10,4493	2,5326	0,1033	1,9024		5	6I	2,5896	10,4797	2,07	10,7115	2,5902	0,2312	1,8388			
3	7A	2,5247	10,442	2,0035	10,5165	2,5291	0,0701	1,9334		5	7I	2,5089	10,3684	2,0105	10,6661	2,5089	0,2977	1,7128			
3	8A	2,5977	10,4819	2,0054	10,5733	2,6018	0,0873	1,9181		5	8I	2,548	10,3847	2,004	10,566	2,548	0,1813	1,8227			
2	9A	2,5282	10,4089	2,0049	10,4771	2,5304	0,066	1,9389		4	9I	2,5297	10,3779	2,0005	10,476	2,5297	0,0981	1,9024			
4	1B	2,5611	10,4261	2,0092	10,5309	2,5654	0,1005	1,9087		4	1L	2,5879	10,4296	2,0064	10,482	2,5879	0,0524	1,954			
5	2B	2,5655	10,4482	2,0053	10,5555	2,5713	0,1015	1,9038		5	2L	2,6277	10,4839	2,0037	10,6085	2,6277	0,1246	1,8791			
5	3B	2,5542	10,4304	2,003	10,543	2,5605	0,1063	1,8967		5	3L	2,5854	10,4626	2,0084	10,595	2,5854	0,1324	1,876			
5	4B	2,543	10,3587	2,0038	10,4789	2,551	0,1122	1,8916		5	4L	2,5416	10,4182	2,0078	10,6593	2,5416	0,2411	1,7667			
5	5B	2,5043	10,372	2,0037	10,5238	2,5094	0,1467	1,857		5	5L	2,5385	10,4355	2,0013	10,6314	2,5385	0,1959	1,8054			
5	6B	2,5354	10,4164	2,0054	10,519	2,5429	0,0951	1,9103		5	6L	2,6352	10,485	2,0068	10,6708	2,6352	0,1858	1,821			
5	7B	2,5377	10,4256	2,01	10,5633	2,5457	0,1297	1,8803		5	7L	2,5772	10,4591	2,0098	10,6427	2,5772	0,1836	1,8262			
5	8B	2,5513	10,5302	2,0038	10,6337	2,5559	0,0989	1,9049		5	8L	2,621	10,5426	2,0036	10,6577	2,6214	0,1147	1,8889			
2	9B	2,6138	10,5591	2,004	10,5758	2,615	0,0155	1,9885		2	9L	2,55	10,432	2,0074	10,4813	2,55	0,0493	1,9581			
2	1C	2,5072	10,3732	2,0071	10,4133	2,5096	0,0377	1,9694		2	1M	2,5888	10,4732	2,0038	10,5089	2,5888	0,0357	1,9681			
5	2C	2,6205	10,4797	2,0059	10,6426	2,6261	0,1573	1,8486		5	2M	2,6001	10,4515	2,0034	10,5055	2,6001	0,054	1,9494			
5	3C	2,5423	10,4488	2,0046	10,6774	2,5494	0,2215	1,7831		5	3M	2,5686	10,5039	2,0035	10,6335	2,5686	0,1296	1,8739			
5	4C	2,6089	10,4661	2,004	10,6435	2,6171	0,1692	1,8348		5	4M	2,5426	10,4342	2,0035	10,6058	2,5425	0,1717	1,8318			
5	5C	2,5494	10,4796	2,008	10,6239	2,5669	0,1368	1,8712		5	5M	2,5574	10,4287	2,0019	10,6006	2,5574	0,1719	1,83			
5	6C	2,5318	10,4114	2,0038	10,6156	2,5385	0,1975	1,8063		5	6M	2,5552	10,524	2,0016	10,795	2,5552	0,271	1,7306			
5	7C	2,6328	10,4717	2,008	10,6416	2,6405	0,1622	1,8458		5	7M	2,5905	10,4741	2	10,6741	2,5905	0,2	1,8			
5	8C	2,5204	10,4246	2,0065	10,6432	2,5283	0,2107	1,7958		5	8M	2,5362	10,3941	2,0071	10,5644	2,5365	0,17	1,8371			
4	9C	2,6189	10,5668	2,0002	10,6978	2,6208	0,1291	1,8711		4	9M	2,6058	10,4777	2,0046	10,5669	2,6058	0,0892	1,9154			
4	1D	2,5127	10,3948	2,0066	10,4658	2,5163	0,0674	1,9392		4	1N	2,5612	10,4327	2,009	10,4738	2,5615	0,0408	1,9682			
5	2D	2,5785	10,4321	2,0098	10,6083	2,5826	0,1721	1,8377		5	2N	2,5039	10,4323	2,0065	10,5315	2,5039	0,0992	1,9073			
5	3D	2,6143	10,5203	2,0086	10,6954	2,6189	0,1705	1,8381		5	3N	2,5406	10,3951	2,0039	10,504	2,5406	0,1089	1,895			
5	4D	2,5024	10,4189	2,0065	10,7206	2,5092	0,2949	1,7116		5	4N	2,592	10,5122	2,0041	10,6783	2,592	0,1661	1,838			
5	5D	2,5359	10,3478	2,0039	10,5264	2,5419	0,1726	1,8313		5	5N	2,6018	10,4277	2,0009	10,5892	2,6018	0,1615	1,8394			
5	6D	2,5297	10,428	2,0086	10,695	2,536	0,2607	1,7479		5	6N	2,5819	10,5122	2,0047	10,8069	2,5819	0,2947	1,71			
5	7D	2,5553	10,4732	2,0061	10,6875	2,5604	0,2092	1,7969		5	7N	2,6223	10,4974	2,0072	10,6063	2,6223	0,1649	1,8423			
5	8D	2,5354	10,4086	2,003	10,5547	2,5385	0,143	1,86		5	8N	2,5924	10,479	2,0053	10,6241	2,5924	0,1451	1,8602			
2	9D	2,5438	10,4112	2,0056	10,4669	2,5442	0,0553	1,9503		2	9N	2,4948	10,3547	2,0104	10,3684	2,4948	0,0137	1,9967			
2	1E	2,614	10,5247	2,0066	10,5564	2,614	0,0317	1,9749		2	1O	2,5273	10,4073	2,0008	10,414	2,527	0,007	1,9938			
5	2E	2,5664	10,4132	2,0052	10,5179	2,5704	0,1007	1,9045		5	2O	2,5214	10,3912	2,0049	10,4453	2,5214	0,0541	1,9508			
5	3E	2,5838	10,4961	2,0054	10,6868	2,5866	0,1879	1,8175		5	3O	2,5982	10,5191	2,0033	10,5925	2,5982	0,0734	1,9299			
5	4E	2,5416	10,4098	2,0087	10,6186	2,5473	0,2031	1,8056		5	4O	2,5654	10,3819	2,0036	10,6804	2,5654	0,2985	1,7051			
5	5E	2,5732	10,4555	2,004	10,6644	2,5778	0,2043	1,7997		5	5O	2,4459	10,302	2,0044	10,4058	2,4459	0,1038	1,9006			
5	6E	2,619	10,5294	2,003	10,7115	2,6234	0,1777	1,8253		5	6O	2,6636	10,5607	2,0057	10,7058	2,6636	0,1451	1,8606			
5	7E	2,6005	10,4512	2,0049	10,7059	2,6033	0,2519	1,753		5	7O	2,5269	10,4309	2,001	10,5382	2,5269	0,1073	1,8937			
4	8E	2,5314	10,3862	2	10,556	2,5356	0,1656	1,8344		5	8O	2,6177	10,4854	2,0059	10,6214	2,6177	0,136	1,8699			
4	9E	2,5853	10,4676	2,0075	10,5728	2,5861	0,1044	1,9031		4	9O	2,617	10,5472	2,0009	10,6101	2,6173	0,0626	1,9383			
4	1F	2,5134	10,3718	2,0048	10,4608	2,5133	0,0891	1,9157		4	1P	2,5657	10,4771	2,0064	10,4851	2,5657	0,008	1,9984			
5	2F	2,5661	10,4662	2,002	10,5881	2,5686	0,1194	1,8826		5	2P	2,5718	10,4742	2,0093	10,5076	2,572	0,0332	1,9761			
5	3F	2,5761	10,4735	2,0044	10,6916	2,5787	0,2155	1,7889		5	3P	2,5881	10,4938	2,0064	10,5434	2,5881	0,0496	1,9568			
5	4F	2,5034	10,3845	2,0073	10,5608	2,508	0,1717	1,8356		5	4P	2,5303	10,3979	2,0109	10,4725	2,5305	0,0744	1,9365			
5	5F	2,5691	10,4083	2,008	10,7036	2,5721	0,2923	1,7157		5	5P	2,565	10,4201	2,0052	10,4822	2,565	0,0621	1,9431			
5	6F	2,5298	10,4362	2,0081	10,631	2,5328	0,1918	1,8163		5	6P	2,5596	10,4476	2,0074	10,5251	2,5596	0,0775	1,9299			
5	7F	2,547	10,4467	2,0052	10,643	2,5493	0,194	1,8112		5	7P	2,5143	10,4212	2,0021	10,4897	2,5143	0,0685	1,9336			
5	8F	2,5363	10,4278	2,0037	10,5732	2,5381	0,1436	1,8601		5	8P	2,5483	10,4124	2,008	10,4874	2,5483	0,075	1,933			
2	9F	2,6111	10,5297	2,0067	10,5884	2,6113	0,0585	1,9482		2	9P	2,5835	10,4975	2,0079	10,5124	2,5835	0,0149	1,993			
2	1G	2,6021	10,5027	2,0061	10,5693	2,6021	0,0666	1,9395		1	1Q	2,5345	10,4234	2,0106	10,4317	2,5345	0,0083	2,0023			
5	2G	2,5229	10,3534	2,0084	10,4919	2,5229	0,1385	1,8699		3	2Q	2,5276	10,4022	2,0014	10,4224	2,5276	0,0202	1,9812			
5	3G	2,5555	10,4723	2,0017	10,6383	2,5566	0,1649	1,8368		3	3Q	2,617	10,4573	2,0096	10,4858	2,617	0,0285	1,9811			
5	4G	2,5577	10,4346	2,0012	10,6658	2,5589	0,23	1,7712		3	4Q	2,4941	10,3148	2,0086	10,3464	2,4941	0,0316	1,977			
5	5G	2,5506	10,4485	2,0096	10,6415	2,5531	0,1905	1,8191		3	5Q	2,5637	10,4514	2,0113	10,4981	2,5637	0,0467	1,9646			
5	6G	2,5632	10,4394	2,0041	10,7507	2,5661	0,3084	1,6957		3	6Q	2,5819	10,4429	2,0023	10,4888	2,5821	0,0457	1,9566			
5	7G	2,5429	10,4114	2,0014	10,6523	2,5459	0,2379	1,7635		3	7Q	2,6405	10,5	2,0102	10,5591	2,6404	0,0592	1,951			
5	8G	2,5816	10,4924	2,00																	

t = 15

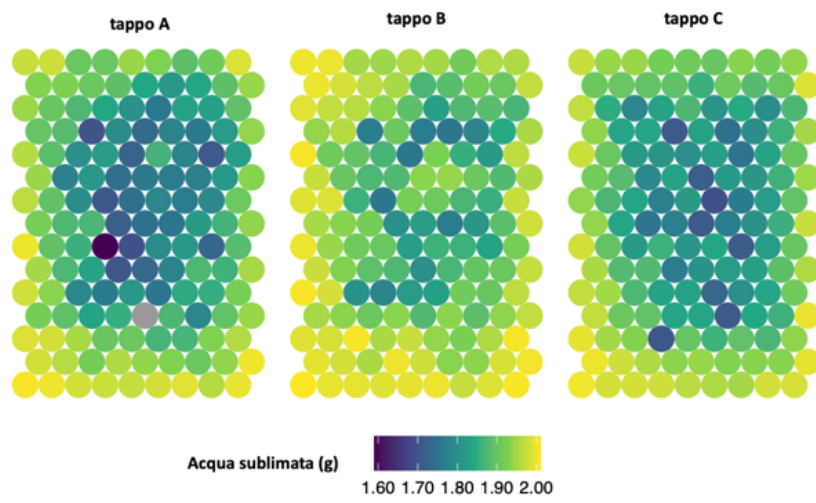


Figura 21: mappe cromatiche per essiccamento primario di quindici ore

9. RINGRAZIAMENTI

Le persone che ho davanti a me questo giorno sanno quanto conti per me la parola “grazie” e che nel corso degli anni mi sono sempre fatta paladina della gentilezza, per cui questa parte di tesi è forse la mia preferita.

Mentre Lucio Dalla cantava prima di ogni mio esame “A modo mio quel che sono l'ho voluto io”, mi domandavo se davvero il 100% di tutti i miei successi li devo totalmente a me stessa. Ho trovato una risposta, ed è per questo che tutto ciò che ho in mano lo dedico a noi.

Come vorrebbe Dalla, un merito va alla persona che ha scritto questa tesi e tutti i meravigliosi capitoli della mia vita.

A mia sorella **Giulia** che mi ha insegnato cosa volesse dire stimare e amare incondizionatamente qualcuno, da sempre mi affido a lei per essere la versione migliore di me e, anche se lontane, sento che i nostri cuori battono all'unisono.

Ai miei genitori che mi hanno insegnato la resilienza e la speranza, ma soprattutto perché mi hanno dato l'opportunità di vivere consumando l'ultima traccia del loro amore. La vostra storia pur avendo un finale triste mi ha dato l'occasione di ringraziare anche **Sandro ed Annarita** che hanno reso la mia famiglia XXL, non ingombrante ma accogliente facendolo nel modo più dolce possibile.

A **Christian** che mi ha accolto nel suo mondo senza essermi nemico, spero che questo traguardo ti possa dare tutti gli strumenti per non mollare mai anche quando pensi di non farcela, perché ricrederti sarà stupendo.

Alla mia **nonnina**, che voglio credere che in questo momento mi stia applaudendo da lassù e che con il suo male forse è stata il motivo principale per cui ho scelto questo percorso.

Al Dolore che mi ha fatto notare quanto possa essere luminosa la luce del Bene.

Ai legami creati sotto questo tetto, **Iole e Chiara**, che meritano questa corona forse più di me, avete reso più leggero un percorso così difficile e tortuoso.

A **Mariapia e Michele** che con la loro tenacia, affetto e fame di sapere mi hanno insegnato che dare il massimo porta grandi soddisfazioni.

A **Giada**, ed **Alessia** perché nessun traguardo avrebbe avuto senso senza di voi accanto. Con **Giulia** abbiamo creato un legame che non conta il tempo o il numero di abbracci, ma si eleva con valori come la sincerità e la libertà di essere sé stessi. Non so descrivere a parole quanto sono grata di potervi chiamare amiche.

Ad **Alessandro, Niccolò e Alessandro** che è stato così semplice definirli amici, non solo per la cura che hanno verso le mie emozioni ma anche perché gli occhi rimangono lucidi di risate e mai di pianto.

A **Giorgia** che ha saputo alloggiare nel mio cuore per non ricordo più quanti anni, affrontando e supportando le mie insicurezze essendo una colonna portante nel corso di questo percorso e soprattutto nel corso della vita.

Con lei ringrazio **Alice** con cui è facile comprendersi e sentirsi meno sole grazie ad un passato che non ci siamo scelte, ma che ci ha rese complici, e **Aurora** che mi ha vista passare dalla fase in cui la nostra unica preoccupazione erano gli one direction al conseguimento di una laurea.

A **Sofia e Serena** perché mi hanno insegnato che l'amicizia, quando profonda, può aspettare anni per poi poter sfociare in una complicità.

Al mio relatore **Franco Pattarino** e al professor **Maurizio Rinaldi** che mi hanno dato l'opportunità di scegliere chi diventare e hanno fatto in modo che questo sogno si potesse realizzare.

Infine, grazie ad **Emanuele** che è arrivato ultimo nel corso del tempo, ma primo a sciogliere un cuore che credevo indistruttibile e mi ha insegnato ad amare un uomo. Mi ha accompagnata nelle ultime sfide e nella stesura di queste pagine credendo in me più di quanto io non abbia mai fatto, e per questo sarò per sempre grata.

Gratitudine è osservare ciò che abbiamo e sentirci benedetti perché ce l'abbiamo, è guardare alla parte positiva della nostra vita nel tempo presente.

Gratitudine è una parola magica, un concetto magico.

Se ci soffermiamo a contemplare tutto quello per cui essere grati, e c'è così tanto per cui essere grati, ogni cosa della nostra vita migliorerà radicalmente e la mia ora è un po' più bella.

In poche parole, grazie a tutti per aver scelto di essere qui oggi e di fianco a me sempre, vi voglio sinceramente bene.