

ARTICOLO AIPSA - SETTEMBRE 2025

# FIBRE DI LEGNO: PRESENTE E FUTURO NEI SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE



PROVE SPERIMENTALI IN SERRA SU GERANIO



## A CURA DEL CTS AIPSA

I dati riportati sono tratti dallo studio commissionato da AIPSA nel 2024

---

# STUDIARE LE CARATTERISTICHE DELLE VARIE TIPOLOGIE AIUTA A SVILUPPARE IL GRANDE POTENZIALE DI QUESTA MATRICE



FIBRE CAMPIONATE; ANCHE VISIVAMENTE SI NOTA L'ETERogeneITÀ DEL DATASET CAMPIONATO

## INTRODUZIONE

La ricerca di nuovi componenti per la produzione dei substrati di coltivazione non è mai stata così attiva; le motivazioni sono principalmente legate ad esigenze locali e alla crescente domanda di substrati contenenti matrici a basso impatto ambientale, sicure e affidabili anche in termini di costanza nella disponibilità e nella qualità. Secondo uno studio condotto dall'Università di Wageningen, la domanda globale di substrati è destinata a quadruplicarsi entro il 2050 rispetto ai valori del 2017, con volumi commercializzati che passeranno da 67 Mm<sup>3</sup>/anno a oltre 280 Mm<sup>3</sup>/anno.

A determinare questa crescita contribuiranno l'aumento della popolazione mondiale, stimato intorno al 40%, e un incremento dell'80% nel tenore di vita medio. A questi dati si aggiungono dinamiche alimentari e ambientali che spingeranno la produzione di ortaggi a crescere del 260% e quella di piante ornamentali fino al 490%. L'Asia, in particolare la Cina, è indicata come l'area con la crescita più marcata, grazie a un impiego sempre più strategico dei substrati per affrontare sfide come la scarsità idrica, la sicurezza alimentare e il notevole sviluppo del verde urbano (Fig. 1).

In questo contesto dinamico, le fibre di legno assumono un ruolo strategico (tab. 1 - riportata in allegato). Secondo uno studio condotto dall'Università degli Studi di Milano (Zaccheo et al. - 2022), in Italia sono potenzialmente disponibili, annualmente, circa 30.000–60.000 m<sup>3</sup> di fibra di conifera (principalmente pino) e 250.000–500.000 m<sup>3</sup> di fibra di castagno. Sebbene queste quantità siano significative, lo studio evidenzia che la produzione nazionale non è ancora sufficiente a coprire la domanda dell'industria dei substrati, anche a causa della competizione con altri settori, tra cui quello energetico.



**FIG. 1 - VERDE URBANO, CINA HANGZOU, 2025**

In soli cinque anni, la superficie coltivata in serra in Cina è cresciuta da 700.000 a 3 milioni di ettari. Una domanda in forte espansione che sta già influenzando in modo significativo il mercato internazionale dei substrati.



## FIBRE DI LEGNO: OPPORTUNITÀ

L'impiego delle fibre di legno nei substrati richiede una conoscenza approfondita delle loro caratteristiche. È infatti **opportuno parlare di fibre, al plurale**, poiché esistono notevoli differenze legate alla specie legnosa di origine, al processo produttivo adottato (estrusione, sfibratura, ecc.) e alle proprietà chimiche, fisiche e biologiche. Oltre alla provenienza geografica, che incide sulle caratteristiche tecniche e sull'impatto ambientale della fibra, è fondamentale considerare le essenze vegetali utilizzate, poiché il contenuto di lignina, cellulosa e altri composti, può influenzare direttamente il comportamento della fibra in coltivazione.

Va inoltre ricordato che le fibre non vengono quasi mai utilizzate da sole, ma in miscela con altre componenti e che le proprietà del substrato finale dipendono fortemente dall'interazione tra le diverse matrici. **Le caratteristiche agronomiche non sono quindi solo funzione della singola fibra, ma del comportamento della miscela nel suo complesso.**

Le fibre di legno pongono alcune sfide tecniche ben note ai produttori di substrati, che tuttavia **possono essere gestite efficacemente con conoscenza e tecnica agronomica**. Tra le caratteristiche più rilevanti troviamo l'immobilizzazione dell'azoto, causata dall'alta attività microbica in presenza di un elevato rapporto C/N. La bassa conducibilità elettrica, che se da un lato indica un ridotto contenuto di nutrienti prontamente disponibili, dall'altro rappresenta un vantaggio nei casi in cui è necessario mantenere bassa la salinità del substrato, come nelle prime fasi di crescita o nella coltivazione di specie sensibili. La porosità elevata delle fibre garantisce un'ottima aerazione, ma comporta anche una bassa ritenzione idrica, che richiede un'attenta gestione irrigua. Infine, la variabilità granulometrica può generare problemi di restringimento e rendere più difficoltoso l'uso di contenitori piccoli (ad esempio le seminiere). Tuttavia, queste limitazioni non precludono l'impiego delle fibre in altri sistemi di coltivazione, come contenitori di dimensioni maggiori o in substrati per piante con esigenze idriche diverse, dove le specifiche proprietà delle fibre possono diventare un vantaggio.



PROVE SPERIMENTALI IN SERRA SU PRIMULA

## LO STUDIO AIPSA

Nel 2024, AIPSA – Associazione Italiana Produttori di Substrati di coltivazione e Ammendanti – ha avviato un'indagine su 20 campioni di fibre di legno commerciali, provenienti dal mercato nazionale, europeo e nordamericano. Tra i materiali analizzati è stato incluso anche un sottoprodotto della produzione cartaria, normalmente non destinato alla produzione dei substrati, selezionato per valutare comparativamente le sue differenze chimico-fisiche e biologiche rispetto alle fibre a uso agronomico (tab. 2). Lo studio, condotto in forma anonima e interamente finanziato dall'Associazione, nasce con **l'obiettivo di promuovere un utilizzo informato e tecnicamente fondato delle fibre di legno** nei substrati professionali. L'iniziativa intende anche **sensibilizzare i coltivatori professionali, evidenziando l'impegno dell'industria nel valorizzare queste matrici attraverso la conoscenza tecnica e l'innovazione agronomica**.

TAB. 2 - FIBRE CAMPIONATE, CARATTERISTICHE

| Campioni         | Provenienza | Stato fisico             | Composizione                               | Trattamento                                                |
|------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1                | Lettonia    | Polverosa                | Alberi resinosi, torba (10%)               | Estrusione 170 °C                                          |
| 2                | Lettonia    | Grossolana               | Alberi resinosi, torba (10%)               | Estrusione 170 °C                                          |
| 3                | Nazionale   | Fine e polverulenta      | -                                          | -                                                          |
| 4                | Nazionale   | Fibrosa                  | -                                          | -                                                          |
| 5                | Francia     | Fibrosa e polverulenta   | Pino spp.                                  | Estrusione 120 °C                                          |
| 6                | Germania    | Polverulenta e fibrosa   | Conifere                                   | Estrusione > 90 °C                                         |
| 7                | US          | Grumosa                  | -                                          | -                                                          |
| 8                | US          | Fibrosa e polverulenta   | -                                          | -                                                          |
| 9                | Nazionale   | Pesante, spugnosa        | Sottoprodotto da legno di conifera         | Residuo lavorazione carta trattato con bisolfito di calcio |
| 10               | Europea     | Fibrosa, fine            | -                                          | -                                                          |
| 11               | Germania    | Grossolana               | Conifere                                   | Trattamento termico                                        |
| 12               | UK          | Fibrosa e polverulenta   | Legno                                      | Estrusione                                                 |
| 13               | UK          | Fibrosa e polverulenta   | Legno                                      | Estrusione                                                 |
| 14               | Francia     | Fibrosa, grossolana      | -                                          | -                                                          |
| 15               | Francia     | Fibrosa molto grossolana | -                                          | -                                                          |
| 16               | Nazionale   | Fibrosa e polverulenta   | Abete                                      | Estrusione 125 – 150 °C                                    |
| 17               | Nazionale   | Fibrosa e polverulenta   | Legno vergine e da recupero, essenze miste | Estrusione 125 – 150 °C                                    |
| 18               | Nazionale   | Polverosa e fibrosa      | Latifoglia, conifera (verGINE)             | Estrusione 125 – 150 °C                                    |
| 19               | Nazionale   | Polverosa e fibrosa      | Latifoglia                                 | Estrusione                                                 |
| 20               | Nazionale   | Fibrosa                  | Latifoglia                                 | Sfibratura                                                 |
| 9= sottoprodotto |             |                          |                                            |                                                            |

La prima fase del progetto, dedicata alla caratterizzazione analitica delle fibre, ha portato alla creazione di un database tecnico-conoscitivo (Figura a pag.1), utile come riferimento operativo per il settore. La seconda fase, affidata al CREA-OF di Piacenza, ha previsto prove sperimentali in serra su specie orticole e ornamentali, i cui risultati saranno presentati in occasione di un workshop previsto per ottobre. In questa fase sperimentale, sono state selezionate alcune fibre rappresentative da impiegare in condizioni controllate, in test di coltivazione su due sistemi produttivi distinti: da un lato, la coltivazione in vaso fiorito; dall'altro, la produzione di giovani piante orticole in contenitore alveolare. Sono state impiegate tre fibre per le prove ornamentali e due per le orticole, utilizzate in miscela con substrati standard di riferimento per la tipologia di coltivazione, alle dosi volumetriche del 10%, 20% e 40% (v/v) rispetto al totale del substrato, per valutarne le performance agronomiche in diverse condizioni d'uso.

---

## PARAMETRI, METODI E RISULTATI

La caratterizzazione analitica ha interessato parametri chimico-fisici, idrologici e biologici, applicando metodiche europee validate per garantire affidabilità e riproducibilità dei dati (tab. 3, riportata in allegato). Oltre al pH, alla conducibilità elettrica, al contenuto in carbonio e azoto totale e al rapporto C/N, sono state determinate le proprietà fisiche e idrologiche, la porosità totale, la densità apparente, la ritenzione idrica, l'acqua facilmente disponibile e il grado di restringimento. In tabella 4 vengono riportati i valori medi dei parametri analizzati nei campioni in studio.

### CARATTERISTICHE FISICHE E IDROLOGICHE

**Densità apparente**, espressa in  $\text{kg/m}^3$ , rappresenta il peso secco di un determinato volume occupato dal substrato. Le differenze riscontrate sono state molto marcate, oscillando fra circa  $45 \text{ kg/m}^3$  e  $524 \text{ kg/m}^3$  del campione sottoprodotto. Va tuttavia rilevato che la quasi totalità delle fibre esaminate hanno presentato una densità apparente paragonabile ad una torba a bassa o media decomposizione, compresa fra  $45$  e  $100 \text{ kg/m}^3$ . Quest'ultimo aspetto risulta particolarmente importante nel caso di miscele con torba, dal momento che la migliore omogeneità e miscibilità della massa è assicurata dalla presenza di matrici con valori simili in umidità e densità apparente.

**Porosità totale**, rappresenta la somma degli spazi presenti nel substrato che possono essere riempiti da aria o acqua. Nelle torbe questo valore supera, non di rado, il 90%. I dati ottenuti sono risultati sempre superiori al 90%, si è discostato da questo comportamento solo il campione sottoprodotto che ha fatto registrare valori pari al 66%.

**Volume d'aria**, rappresenta la quota parte della porosità occupata da aria. Si esprime in termini percentuali rispetto al volume complessivo del substrato. Le fibre di legno testate si confermano essere delle matrici contenenti elevati volumi d'aria. Ben 17 campioni su 20 hanno infatti presentato valori superiori al 50%.

Ritenzione idrica, esprime la capacità complessiva di trattenimento dell'acqua da parte del substrato. Solo una parte di quest'acqua è realmente disponibile per le piante ed è rappresentata dall'acqua facilmente disponibile e di riserva. I valori riscontrati sono molto variabili.

**Acqua facilmente disponibile**, i valori rilevati sono decisamente bassi e ben al di sotto dell'intervallo considerato ottimale dal punto di vista teorico (20-30%). Il valore medio è di circa il 4% e solo nel caso di un campione, sono superiori al 10%.

**Acqua di riserva**, è il volume d'acqua ancora disponibile per le piante anche se a fronte di un maggior dispendio energetico rispetto a quella facilmente disponibile. Elevati valori aumentano la resilienza delle piante nei casi di stress idrico. Dal punto di vista teorico si considerano valori ottimali quelli compresi fra 4 e 10% in volume. Le fibre analizzate presentano un dato medio dell'1% con un massimo del 2,2%.

## STABILITÀ BIOLOGICA

Particolare attenzione è stata data ai parametri legati alla stabilità biologica, per questo motivo sono stati determinati, sia l'indice di respirazione o tasso di assorbimento dell'ossigeno (OUR – Oxygen Uptake Rate), sia l'immobilizzazione dell'azoto (espresso in mg N immobilizzato/l).

L'OUR è un indicatore del grado di decomposizione della sostanza organica biodegradabile, in un determinato periodo di tempo. La misurazione della biodegradabilità delle sostanze organiche presenti nel materiale è un indice del grado di evoluzione della fibra ovvero della sua stabilità. Sebbene non esistano limiti normativi specifici per le fibre di legno, il Regolamento (UE) 2019/1009 che regola i fertilizzanti a marcatura CE, stabilisce per compost e digestati un limite OUR pari a 25 mmol O<sub>2</sub>/kg sostanza organica/h; la maggior parte delle fibre analizzate si colloca ampiamente al di sotto di questo valore, indicando una buona stabilità.

L'immobilizzazione dell'azoto, è stata determinata con la metodica VDLUFA che prevede l'incubazione dei campioni con aggiunta di NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> per 14 giorni a 21°C, con successiva estrazione e determinazione dell'azoto minerale (NH<sub>4</sub>-N e NO<sub>3</sub>-N) mediante CaCl<sub>2</sub>-DTPA a tempo 0 - 7 - 14 giorni. Questo metodo consente di stimare quanto azoto viene sottratto dalla componente microbica, un processo che può causare carenze nutrizionali nella coltivazione se non adeguatamente compensato (Fig. 3).

I campioni analizzati hanno evidenziato, come atteso, anche un elevato rapporto C/N, confermando il rischio potenziale di competizione microbica per l'azoto disponibile. È emersa inoltre una correlazione tra OUR e immobilizzazione dell'azoto, con un R<sup>2</sup> pari a 0,695, che suggerisce un legame tra biodegradabilità, attività microbica e immobilizzazione dell'azoto: un dato interessante, che potrà essere oggetto di approfondimento in ottica di ricerca (Fig. 4 e 5).

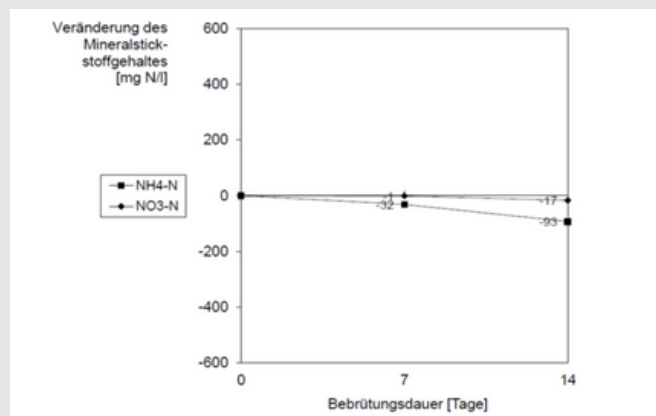


FIG. 3: GRAFICO IMMOBILIZZAZIONE DELL'AZOTO

FIG. 4: GRAFICO OUR, IMMOBILIZZAZIONE DELL'AZOTO

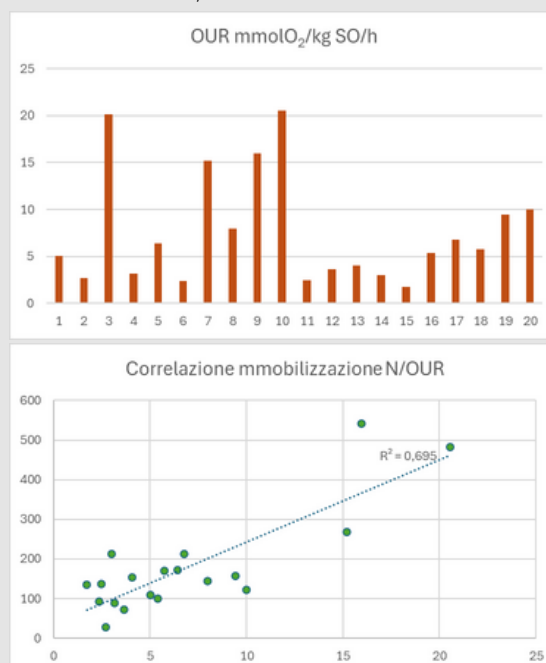


FIG. 5:  
CORRELAZIONE OUR/IMMOBILIZZAZIONE DELL'AZOTO

## CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

### UN GRANDE POTENZIALE, SERVONO DATI E CONOSCENZE PIÙ APPROFONDITE

Le fibre di legno presentano caratteristiche differenti. Variano infatti per comportamento nei confronti dell'azoto, stabilità biologica, struttura fisica e dimensione delle particelle. Questa prima fase dello studio AIPSA evidenzia come tali matrici abbiano un potenziale elevato, ma per essere valorizzate è necessaria una conoscenza mirata dei parametri chiave quali rapporto C/N, stabilità biologica, granulometria, capacità di ritenzione idrica e porosità, sia della fibra di partenza sia della miscela finale. Queste proprietà, in molti casi, rendono necessaria un'ottimizzazione della gestione dell'acqua e dei nutrienti per garantire un equilibrio adeguato nella coltivazione.

Restano aperti alcuni aspetti importanti non considerati da questo studio. Non si conosce la variabilità interna dei diversi tipi di fibra, non è stata caratterizzata la microflora e l'aspetto fitosanitario non è stato oggetto di indagine. Inoltre, mancano dati sul comportamento delle fibre all'interno degli impianti di miscelazione aziendali, così come manca una valutazione di impatto ambientale completa, che consideri anche l'origine della materia prima, i processi produttivi (estrusione, sfibratura) e l'incidenza del trasporto presso i produttori di substrati. Questi aspetti costituiranno elementi fondamentali per i futuri approfondimenti, ai quali dovrà affiancarsi anche una maggiore conoscenza della filiera del legno, essenziale per valutare con attenzione la reale disponibilità di materia prima, un fattore determinante per poter pianificare investimenti e strategie di utilizzo su larga scala.

MISCELA UTILIZZATA NELLE PROVE DI SERRA

# ALLEGATO

## TABELLE - DATI E RIFERIMENTI

TABELLA 1:

COMPONENTI DEI SUBSTRATI IMPIEGATI E PREVISTI PER IL 2050 SULLA BASE DI UN AUMENTO DEL MERCATO DEL 260% PER GLI ORTAGGI E DEL 490% PER LE ORNAMENTALI

|                                    | 2017                   | 2050                   | Incremento % |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| Componenti                         | Mm <sup>3</sup> . anno | Mm <sup>3</sup> . anno |              |
| TORBA                              | 40                     | 80                     | 100%         |
| COCCO                              | 11                     | 46                     | 318%         |
| FIBRE DI LEGNO                     | 3                      | 30                     | 900%         |
| CORTECCE                           | 2                      | 10                     | 400%         |
| COMPOST                            | 1                      | 5                      | 400%         |
| PERLITE                            | 1,5                    | 10                     | 566%         |
| LANA DI ROCCIA                     | 0,9                    | 4                      | 344%         |
| ROCCE VULCANICHE (POMICE, LAPILLO) | 8                      | 33                     | 312%         |
| NUOVE COMPONENTI                   |                        | 65                     |              |

Componenti dei substrati impiegati e previsti per il 2050 sulla base di un aumento del mercato del 260% per gli ortaggi e del 490% per le ornamentali

# ALLEGATO

## TABELLE - DATI E RIFERIMENTI

TABELLA 2:  
FIBRE CAMPIONATE, CARATTERISTICHE

| Campioni         | Provenienza | Stato fisico             | Composizione                               | Trattamento                                                |
|------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1                | Lettonia    | Polverosa                | Alberi resinosi, torba (10%)               | Estrusione 170 °C                                          |
| 2                | Lettonia    | Grossolana               | Alberi resinosi, torba (10%)               | Estrusione 170 °C                                          |
| 3                | Nazionale   | Fine e polverulenta      | -                                          | -                                                          |
| 4                | Nazionale   | Fibrosa                  | -                                          | -                                                          |
| 5                | Francia     | Fibrosa e polverulenta   | Pino spp.                                  | Estrusione 120 °C                                          |
| 6                | Germania    | Polverulenta e fibrosa   | Conifere                                   | Estrusione > 90 °C                                         |
| 7                | US          | Grumosa                  | -                                          | -                                                          |
| 8                | US          | Fibrosa e polverulenta   | -                                          | -                                                          |
| 9                | Nazionale   | Pesante, spugnosa        | Sottoprodotto da legno di conifera         | Residuo lavorazione carta trattato con bisolfito di calcio |
| 10               | Europea     | Fibrosa, fine            | -                                          | -                                                          |
| 11               | Germania    | Grossolana               | Conifere                                   | Trattamento termico                                        |
| 12               | UK          | Fibrosa e polverulenta   | Legno                                      | Estrusione                                                 |
| 13               | UK          | Fibrosa e polverulenta   | Legno                                      | Estrusione                                                 |
| 14               | Francia     | Fibrosa, grossolana      | -                                          | -                                                          |
| 15               | Francia     | Fibrosa molto grossolana | -                                          | -                                                          |
| 16               | Nazionale   | Fibrosa e polverulenta   | Abete                                      | Estrusione 125 - 150 °C                                    |
| 17               | Nazionale   | Fibrosa e polverulenta   | Legno vergine e da recupero, essenze miste | Estrusione 125 - 150 °C                                    |
| 18               | Nazionale   | Polverosa e fibrosa      | Latifoglia, conifera (verGINE)             | Estrusione 125 - 150 °C                                    |
| 19               | Nazionale   | Polverosa e fibrosa      | Latifoglia                                 | Estrusione                                                 |
| 20               | Nazionale   | Fibrosa                  | Latifoglia                                 | Sfibratura                                                 |
| 9= sottoprodotto |             |                          |                                            |                                                            |

# ALLEGATO

## TABELLE - DATI E RIFERIMENTI

TABELLA 3:  
METODI DI ANALISI

| Metodi                                                                                               | Parametri                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 13040                                                                                             | Determinazione del contenuto di sostanza secca, del contenuto di umidità e della massa volumica apparente su un campione compattato in laboratorio       |
| EN 13037                                                                                             | Determinazione del pH                                                                                                                                    |
| EN 13038                                                                                             | Determinazione della conducibilità elettrica                                                                                                             |
| EN 13654-2                                                                                           | EN 13654-2 - Determinazione dell'azoto - Metodo Dumas                                                                                                    |
| EN 13039                                                                                             | EN 13039 - Determinazione della sostanza organica e delle ceneri                                                                                         |
| Metodo nazionale                                                                                     | Determinazione del carbonio totale con analizzatore elementare                                                                                           |
| XRF - X-Ray Fluorescence                                                                             | Composizione minerale elementare                                                                                                                         |
| EN 16087-1                                                                                           | Determinazione dell'attività biologica aerobica - Tasso di assorbimento dell'ossigeno (OUR)                                                              |
| VDLUFA - Methodenbuch Band I – Die Untersuchungen von Böden, Methode A 13.5.1, Stabilität N-Haushalt | Variazione del contenuto di azoto minerale N mg/l – Immobilizzazione dell'azoto                                                                          |
| EN 13041                                                                                             | Determinazione delle proprietà fisiche - Massa volumica apparente secca, volume d'aria, volume d'acqua, coefficiente di restringimento e porosità totale |

# ALLEGATO

## TABELLE - DATI E RIFERIMENTI

TABELLA 4:  
PRINCIPALI DATI ANALITICI

|                                   |
|-----------------------------------|
| AFD: ACQUA FACILMENTE DISPONIBILE |
| AR: ACQUA DI RISERVA              |
| PTOT: POROSITÀ TOTALE             |
| DEN APP: DENSITÀ APPARENTE        |
| RES: RESISTRINGIMENTO             |

| CAMPIONE | pH  | EC   | C/N | RES | Ritenz. Idrica<br>gH <sub>2</sub> O/g s.s. | DEN APP<br>kg/m <sup>3</sup> | P TOT<br>% v/v | Volatilità -10 cm<br>% v/v | Volatilità -10 cm<br>% v/v | Volatilità -50 cm<br>% v/v | Volatilità -100 cm<br>% v/v | AFD<br>% v/v | AR<br>% v/v |
|----------|-----|------|-----|-----|--------------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|-------------|
| 1        | 5.1 | 0.48 | 126 |     | 6.2                                        | 55                           | 96             | 67                         | 29                         | 27                         | 26                          | 1.5          | 1.5         |
| 2        | 5.7 | 0.49 | 129 |     | 4.1                                        | 45                           | 97             | 83                         | 14                         | 12                         | 11                          | 2.0          | 1.0         |
| 3        | 4.0 | 0.81 | 344 |     | 4.9                                        | 95                           | 94             | 57                         | 37                         | 36                         | 35                          | 1.4          | 0.9         |
| 4        | 6.2 | 0.37 | 527 |     | 4.4                                        | 55                           | 96             | 78                         | 19                         | 17                         | 16                          | 1.4          | 1.1         |
| 5        | 5.9 | 0.36 | 478 |     | 3.7                                        | 55                           | 96             | 82                         | 15                         | 13                         | 12                          | 1.2          | 1.3         |
| 6        | 5.4 | 0.36 | 444 |     | 4.7                                        | 72                           | 95             | 69                         | 27                         | 25                         | 24                          | 1.5          | 1.1         |
| 7        | 4.7 | 0.34 | 346 |     | 4.4                                        | 46                           | 97             | 82                         | 16                         | 14                         | 13                          | 2.0          | 0.3         |
| 8        | 5.2 | 0.25 | 364 |     | 3.5                                        | 48                           | 97             | 85                         | 12                         | 10                         | 10                          | 1.6          | 0.3         |
| 9        | 3.7 | 1.88 | 578 | 12  | 1.0                                        | 524                          | 66             | 65                         | 2                          | 1                          | 0                           | 1.0          | 0.4         |
| 10       | 7.3 | 1.27 | 136 |     | 3.9                                        | 118                          | 92             | 58                         | 34                         | 31                         | 31                          | 2.8          | 0.7         |
| 11       | 6.6 | 0.56 | 254 |     | 5.3                                        | 108                          | 93             | 47                         | 46                         | 38                         | 38                          | 7.5          | 0.6         |
| 12       | 5.6 | 0.19 | 498 |     | 4.3                                        | 89                           | 94             | 65                         | 29                         | 28                         | 28                          | 1.2          | 0.5         |
| 13       | 6.4 | 0.26 | 544 |     | 4.8                                        | 85                           | 95             | 62                         | 33                         | 28                         | 27                          | 4.7          | 1.3         |
| 14       | 6.0 | 0.44 | 182 |     | 4.2                                        | 97                           | 94             | 63                         | 31                         | 28                         | 27                          | 2.7          | 1.2         |
| 15       | 6.1 | 0.22 | 260 |     | 5.8                                        | 66                           | 96             | 64                         | 31                         | 25                         | 23                          | 6.7          | 1.4         |
| 16       | 6.2 | 0.18 | 494 |     | 5.7                                        | 70                           | 96             | 63                         | 32                         | 30                         | 29                          | 2.6          | 0.4         |
| 17       | 6.8 | 0.45 | 198 |     | 7.2                                        | 90                           | 94             | 38                         | 56                         | 47                         | 45                          | 9.4          | 1.8         |
| 18       | 6.1 | 0.34 | 316 |     | 6.6                                        | 100                          | 94             | 38                         | 55                         | 47                         | 46                          | 8.1          | 0.9         |
| 19       | 4.8 | 0.57 | 333 | 13  | 8.4                                        | 94                           | 94             | 25                         | 69                         | 55                         | 53                          | 13.5         | 2.2         |
| 20       | 5.1 | 0.31 | 230 |     | 3.1                                        | 91                           | 94             | 75                         | 19                         | 18                         | 17                          | 1.4          | 0.5         |