



## Relazione attività svolte

Progetto PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE  
BASILICATA 2007 – 2013. MISURA 124 " **Sistema di Supporto Innovativo  
alla Coltivazione del Frumento Duro (FRUGEST)**"

## Partner Università della Basilicata



## Relazione attività svolte **Partner Università della Basilicata**

### Progetto PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE BASILICATA 2007 – 2013. MISURA 124 " **Sistema di Supporto Innovativo alla Coltivazione del Frumento Duro (FRUGEST)**"

L'apparato radicale delle piante gioca un ruolo chiave nella nutrizione minerale: la capacità di un vegetale di reperire i nutrienti nel suolo dipende dall'espansione del suo apparato radicale, e la radice è a sua volta influenzata nella sua crescita dalla disponibilità di elementi nutritivi ed in particolare di azoto. Lo sviluppo radicale è però il punto debole dei modelli di simulazione della crescita delle colture per mancanza di dati utili per la calibrazione e validazione. Inoltre la radice è fonte di sostanza organica e partecipa al sequestro di carbonio nel suolo. E' pertanto uno degli indicatori emergenti della sostenibilità ambientale delle colture.

Pertanto nell'ambito del progetto FRUGEST l'unità operativa del partner Università della Basilicata ha svolto una intensa attività di laboratorio e di campo per la caratterizzazione biometrica della risposta delle radici ai diversi trattamenti di concimazione azotata in campo, al fine di determinarne la adeguatezza e sostenibilità ambientale, e sulla caratterizzazione della risposta della parte epigea ed ipogea in trattamenti analoghi ripetuti in ambiente controllato al fine di svincolarsi dall'andamento pluviometrico particolare dell'annata di progetto.

#### Attività di campo

Sulle parcelle relative al progetto FRUGEST presso le aziende partecipanti, campioni di suolo per la determinazione del contenuto di radici sono stati prelevati al momento della fioritura grazie ad un servizio esterno di prelievo attraverso penetrometro-campionatore.

Il metodo del carotaggio costituisce senz'altro il metodo più diffuso grazie alla rapidità e semplicità di campionamento e alla possibilità di studiare anche parcelle sperimentali di piccole dimensioni senza provocare danni evidenti alle piante o alla superficie del terreno. A



differenza di altri metodi distruttivi, come core-break e profilo di trincea, il carotaggio si presenta più vantaggioso poiché fornisce valori assoluti di densità radicale. Il carotaggio, come altri metodi distruttivi, si presta al rilevamento di informazioni puntuali circa la distribuzione spaziale e temporale dell'apparato radicale, in quanto le aree campionate non possono essere utilizzate per osservazioni successive.

I campioni sono stati stoccati alla temperatura di  $-18^{\circ}\text{C}$  e la separazione delle radici dal terreno e misurazione sono state successivamente eseguite in laboratorio ad opera del personale UNIBAS e di un collaboratore assunto sul progetto, mediante lavaggio, e provvedendo manualmente alla separazione delle radici vive da quelle morte e dai residui organici.

I campioni sono stati estrusi dai cilindri e separati in sezioni di 10 cm di lunghezza fino a 60 cm di profondità, o in sezioni di 20 cm di lunghezza fino a 120 cm di profondità. Da tali sezioni sono stati prelevati sub-campioni per la determinazione del contenuto idrico in peso del terreno usato per le analisi sulle radici, mediante metodo gravimetrico, per pesata tal quale e dopo essiccazione in stufa a  $110^{\circ}\text{C}$  fino a peso costante:

$$U_g = (m_f - m_s) / m_s$$

Dove

$U_g$  = contenuto idrico in peso del terreno (g g<sup>-1</sup>)

$m_f$  = massa del sottocampione di terreno tal quale (g)

$m_s$  = massa del sottocampione di terreno dopo essiccazione in stufa (g)

Sul resto del campione è stata eseguita la separazione delle radici dal terreno dopo deflocculazione delle argille e dispersione del calcare con soluzione di esametafosfato di sodio (85%) e bicarbonato di sodio (15%) alla diluizione del 10% in peso, seguita da elutriazione e lavaggio su setaccio a maglie di 0.2 mm di diametro (Amato e Pardo, 1994). Lo scheletro (frazione minerale del suolo superiore a 2 mm) è stato determinato per setacciatura.

Le radici raccolte su setaccio sono state poi scannerizzate su scanner a doppia fonte di illuminazione appartenente al sistema Winrhizo Pro (Regent Instruments, CANADA) di analisi di immagine. I campioni sono stati poi essiccati in stufa a  $70^{\circ}\text{C}$  e pesati.



I dati relativi alle analisi effettuate sono riportati nell'appendice 1.

#### Attività di laboratorio

Un setup sperimentale per il confronto di diverse dosi e modalità di fertilizzazione azotata è stato messo su in ambiente controllato presso l'Università della Basilicata.

Sono state messe a confronto le seguenti tesi:

N equivalente a = 50 kg/ha in 1 intervento alla semina

N equivalente a = 100 kg/ha in 2 interventi alla semina e accestimento

N equivalente a = 150 kg/ha in 3 interventi alla semina e accestimento e levata

N equivalente a = 200 kg/ha in 4 interventi alla semina e accestimento e levata e spigatura

Con concime al 27 % di Nitrato ammonico  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  al 27 % azoto 13,5 % azoto ammoniacale 13,5 % azoto nitrico

L'esperimento è stato condotto in 5 repliche in camera di crescita con illuminazione pari a 20.000 lux, andamento termico pari alla media trentennale della località Atella.

T max °C 8,1 9,4 12,4 16,4 21,2 26,0 29,1 29,3 24,4 18,6 13,4 9,5

T min °C 1,0 1,3 3,1 5,5 9,1 12,8 15,3 15,1 12,3 8,9 5,3 2,3

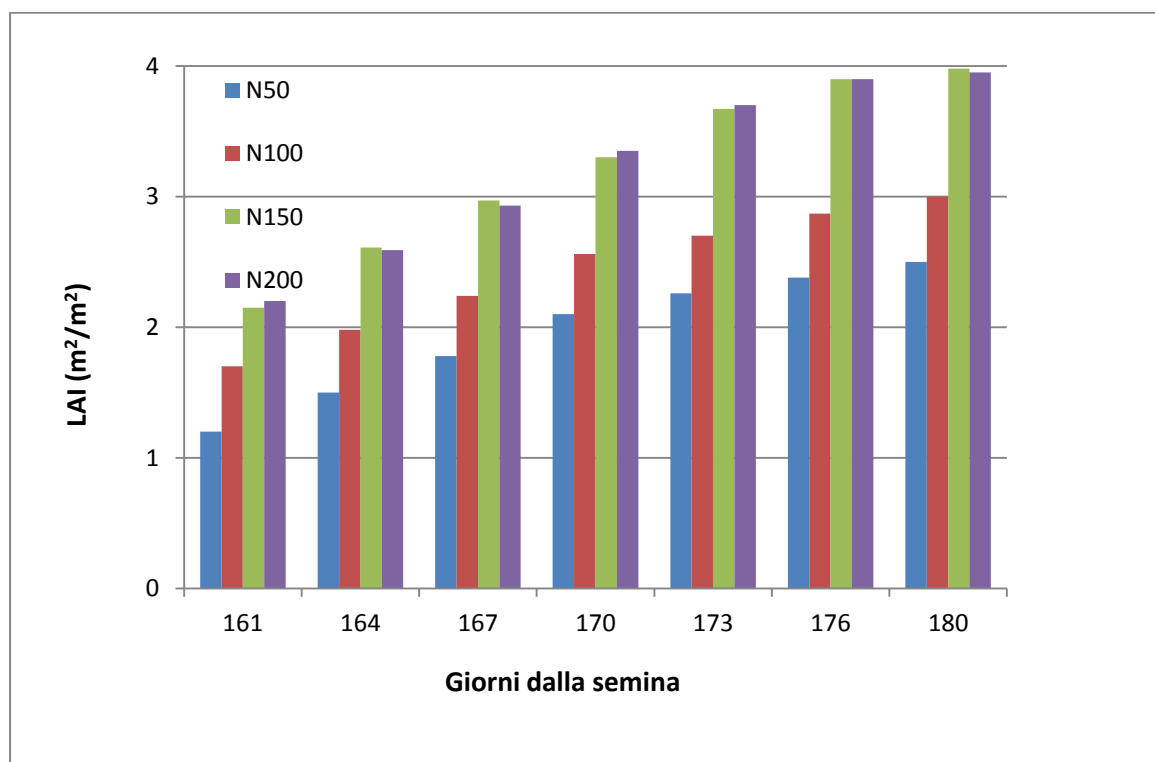
Le piante sono state cresciute in vasi da 18 kg di terreno riempite con terreno caratterizzato dalla seguente composizione granulometrica:

Agilla	Limo	Sabbia grossa	Sabbia Fine
15,00	29,00	10,00	46,00.

I vasi sono stati irrigati con il 100% della evapotraspirazione.

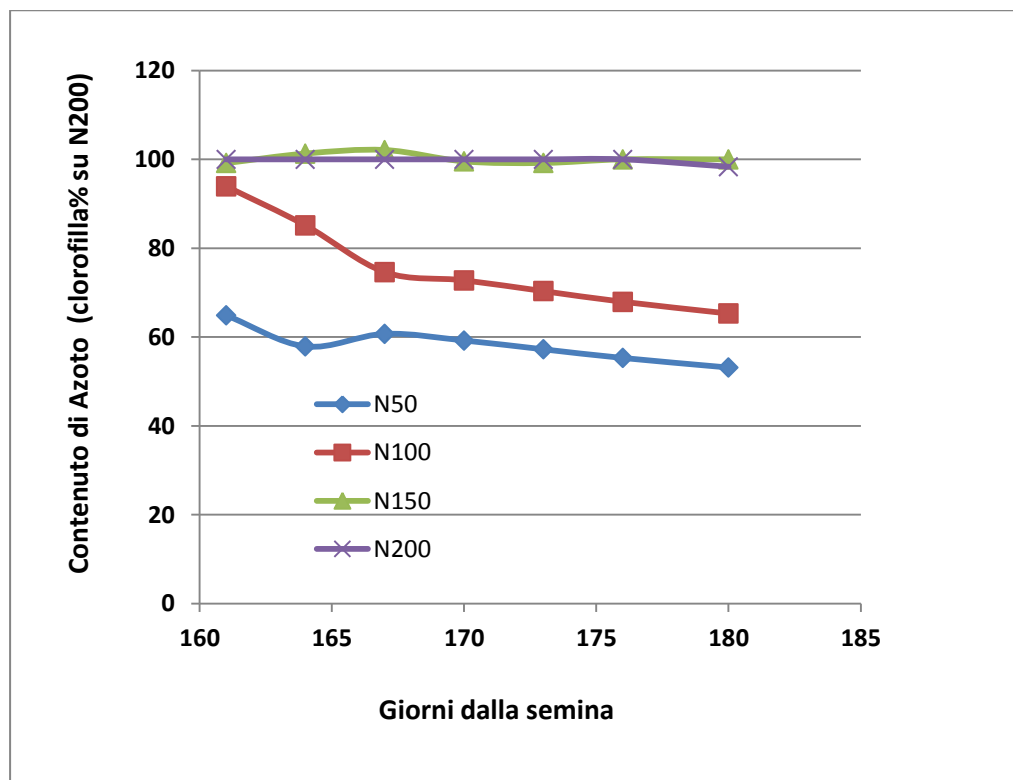
Durante la levata la crescita della pianta è stata determinata attraverso la misura dell'indice di area fogliare (LAI) misurato tramite strumentazione ottica LICOR noleggiata allo scopo.

L'indice dimostra come vi sia una risposta crescente alla concimazione della crescita vegetativa, con i valori maggiori nei trattamenti N150 ed N200 non differenziati fra loro all'epoca della levata.



**Fig. 1** Indice di area fogliare nel periodo della levata per i diversi trattamenti di concimazione.

Il contenuto di azoto nelle foglie è stato determinato indirettamente tramite sistema di misurazione della clorofilla APOGEE.



**Fig. 2 Contenuto di Azoto misurato come contenuto di clorofilla in percentuale sul valore massimo raggiunto da N200 nel periodo della levata per i diversi trattamenti di concimazione.**

I risultati dimostrano come il solo trattamento N50 sia differente rispetto agli altri a 160 giorni circa dalla semina ma nel corso della levata anche il trattamento N100 si differenzia dai due trattamenti con dose maggiore di azoto.

Al termine dell'esperimento è stata determinata la lunghezza radicale tramite sistema Winrhizo (Regent Instrument Inc. CANADA) ed il peso secco delle piante e quello delle radici su 6 campioni di 100 cm<sup>3</sup> prelevati per ogni contenitore. La densità radicale ed il peso della radice è risultata crescente con le dosi di azoto, con valori notevoli di lunghezza dell'apparato radicale.

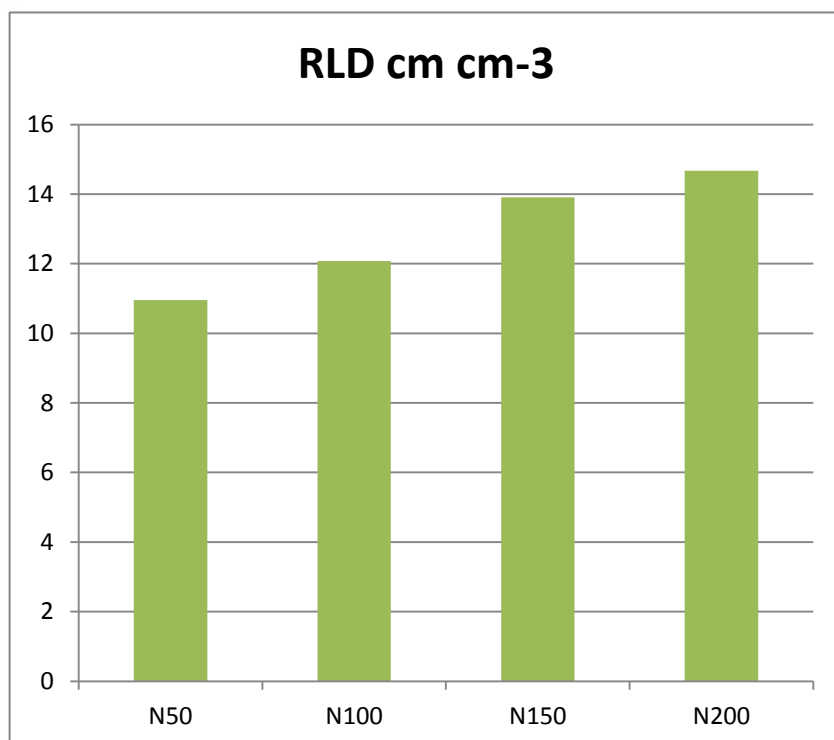


Fig. 3 Densità in lunghezza dell'apparato radicale (RLD = Root Length Density) in fase di maturazione per i diversi trattamenti di concimazione.

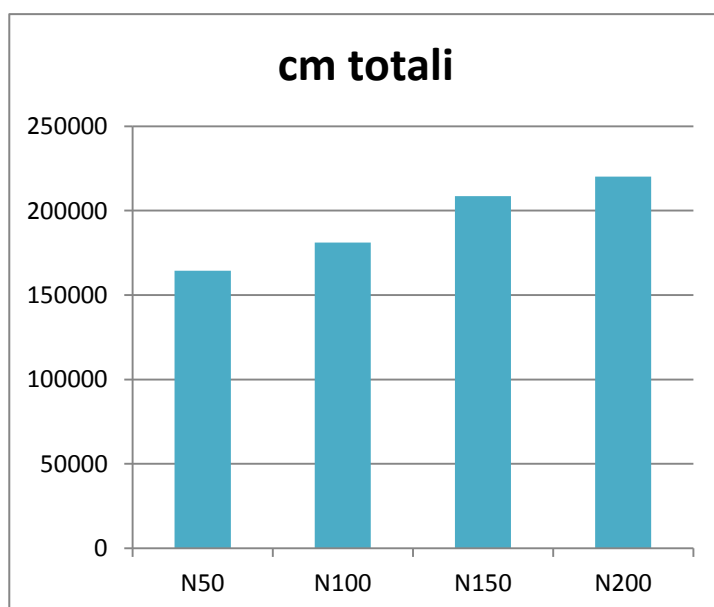
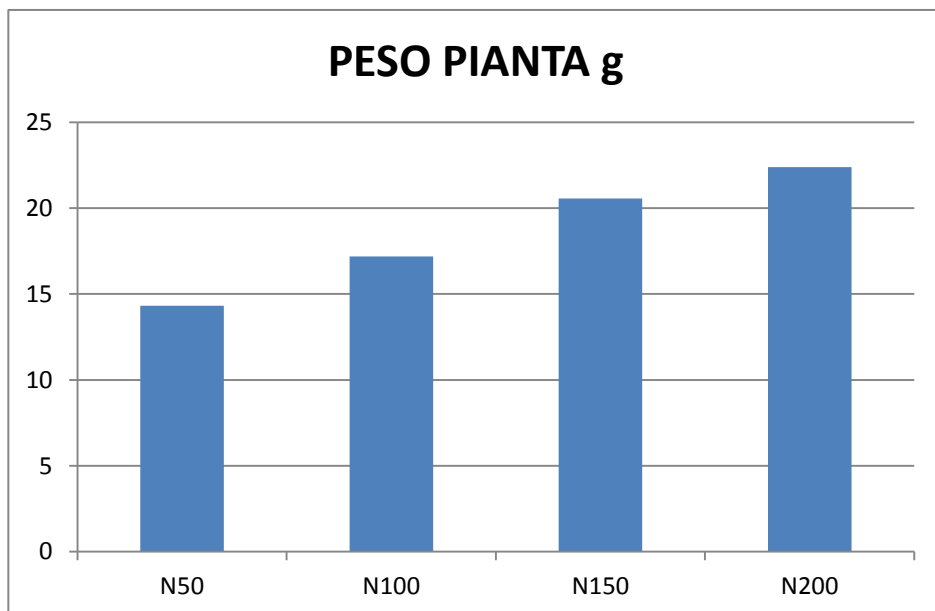
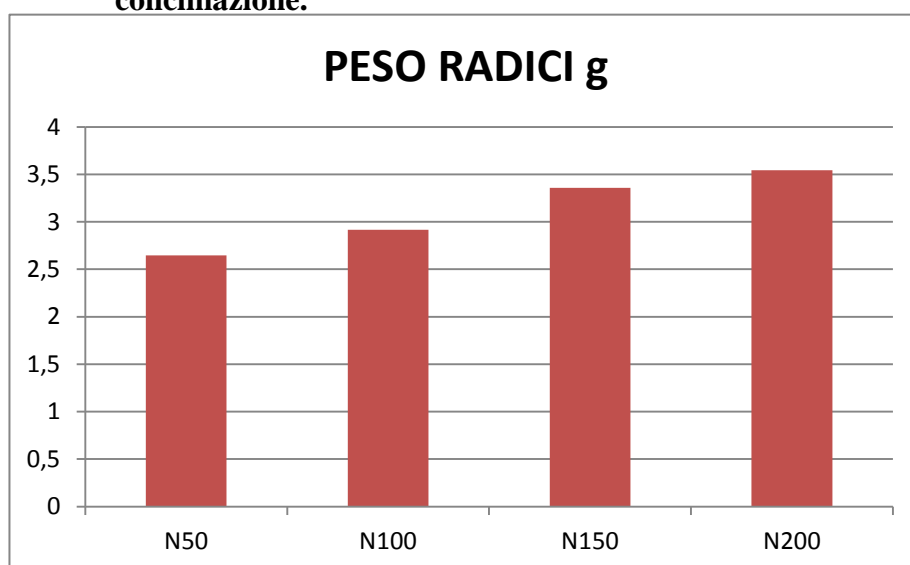


Fig. 4 Lunghezza totale delle radici in fase di maturazione per i diversi trattamenti di concimazione.



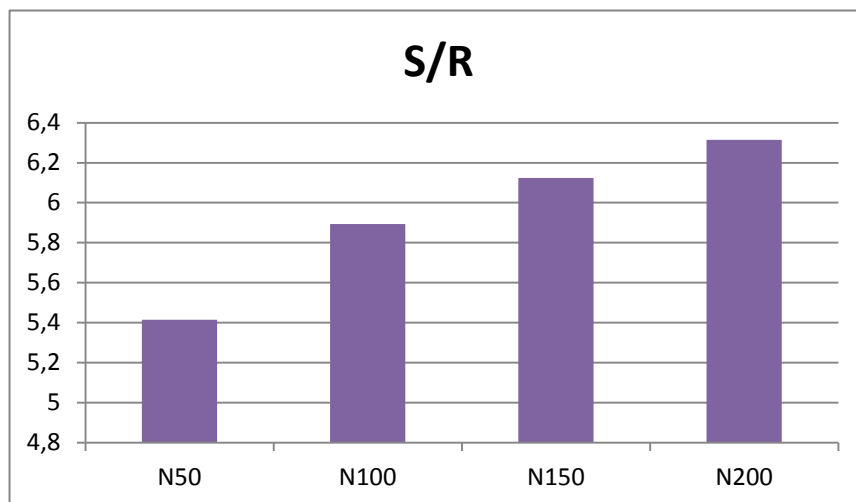
**Fig.5 Peso della pianta in fase di maturazione per i diversi trattamenti di concimazione.**







**Fig.6 Peso della radice in fase di maturazione per i diversi trattamenti di concimazione.**



**Fig.7 Rapporto in peso della parte aerea / radice in fase di maturazione per i diversi trattamenti di concimazione.**

La concimazione azotata ha determinato anche un aumento del peso delle radici prodotte, ma un più che proporzionale aumento del peso della parte epigea della pianta, pertanto il rapporto fra parte aerea e radicale è risultato crescente con la dose di azoto.

Dunque la proliferazione radicale conseguente alla dose di concime azotato ha avuto un effetto anche in termini di efficienza della ripartizione della sostanza organica nellapianta.



Appendice 1. Dati relativi alle analisi degli apparati radicali in campo

N Tubo	Campione	Peso Campione tot	Tara sub	Peso Fresco Sub	Peso Secco Sub con Tara
1,1	0_10	620,9	3,7	34,9	35,2
1,1	10_20	709,4	3,7	35,3	34,8
1,1	20_30	677,9	3,7	33,6	33,4
1,1	30_40	715,3	3,7	34,7	34,3
1,1	40_50	713,8	3,7	34,1	33,9
1,1	50_60	576,4	3,7	34,5	34,5
2,1	0_10	754,7	3,6	36,6	36,9
2,1	10_20	764,9	3,6	33,7	33,7
2,1	20_30	720,1	3,5	34,9	34,9
2,1	30_40	645,2	3	34,2	33,4
2,1	40_50	678,2	2,9	34,1	33,4
2,1	50_60	597,9	2,9	34,3	33,3
3,1	0_10	630,8	3,6	37,8	37,8
3,1	10_20	667,8	3	34,5	34
3,1	20_30	628,3	3	33,6	30,5
3,1	30_40	628,2	3	36,9	33,3
3,1	40_50	708,5	3	36,4	35,6
3,1	50_60	744,4	3	33,1	31,9
4,1	0_10	678,2	3,2	33,4	33,8
4,1	10_20	642,5	3,2	33,8	34,1
4,1	20_30	634,9	3,2	34,5	34,2
4,1	30_40	647,9	3,2	33,1	32,7
4,1	40_50	672,4	3,2	34,2	33,7
4,1	50_60	654,5	3,7	34,4	33,7
5,1	0_10	705,7	3,6	33,8	33,9
5,1	10_20	698,3	3,6	35,2	34,9
5,1	20_30	653,9	3,5	33,4	33,1
5,1	30_40	651,3	3,6	34,5	33,9
5,1	40_50	694,8	3,5	35,4	35
5,1	50_60	663,7	3,5	33,5	32,7
6,1	0_10	716,8	3	31,3	31,6
6,1	10_20	722,1	3,6	35,3	35,2
6,1	20_30	614,7	3,6	33,5	33,3
6,1	30_40	620,5	3,6	33,2	33,1
6,1	40_50	621,1	3,6	33,7	33,2



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

6,1	50_60	283	3	32,3	31
7,1	0_10	621,7	3,7	37,6	37,9
7,1	10_20	682,8	3,7	33,6	33,6
7,1	20_30	688,7	3,7	33,1	33,1
7,1	30_40	676,6	3,7	34,2	34,1
7,1	40_50	680,2	3,7	34,3	33,8
7,1	50_60	577,8	3,7	33,5	33,3
8,1	0_10	613,5	3,7	37,2	37,5
8,1	10_20	719,1	3	35,5	34
8,1	20_30	703,9	3	35,1	34,6
8,1	30_40	648,9	3	36,5	36
8,1	40_50	683,7	3	35,3	34,2
8,1	50_60	698,7	3,7	36,4	35,8
9,1	0_10	601,7	3,6	34,8	34,9
9,1	10_20	688,4	3,6	33,3	33,4
9,1	20_30	620,2	3	32,3	31,7
9,1	30_40	748,5	3,6	33,6	33,4
9,1	40_50	717	3,6	33,7	33,6
9,1	50_60	721,7	3,6	35,6	35,6
10,1	0_10	672,1	3,6	33,4	33,5
10,1	10_20	758,2	3,6	35,6	34,9
10,1	20_30	695	3	34,1	33,1
10,1	30_40	636,8	3,6	34,2	33,8
10,1	40_50	692,2	3,6	33,5	33,2
10,1	50_60	655,8	3	33,5	32,3
11,1	0_10	614,1	3,6	34,7	35,2
11,1	10_20	649,9	3,6	35,3	34,9
11,1	20_30	625,5	3,6	34,6	34,3
11,1	30_40	652,3	3,6	34,5	34,3
11,1	40_50	679,1	3,6	34,7	34,2
11,1	50_60	550,5	3,6	32,2	32,1
12,1	0_10	672,3	3,7	34,5	35,4
12,1	10_20	701,7	3,7	33,3	33,5
12,1	20_30	638,1	3,7	31,8	32,1
12,1	30_40	731,4	3,7	31,9	32,4
12,1	40_50	728,7	3,7	31,5	31,7
12,1	50_60	679	3,7	33,1	33,6



N Tubo	Campione	umidità in peso %	Tara Scheletro	Peso Secco Scheletro con Tara
1,1	0_10	10,79365079		
1,1	10_20	13,50482315		
1,1	20_30	13,13131313		
1,1	30_40	13,39869281		
1,1	40_50	12,91390728		
1,1	50_60	12,01298701		
2,1	0_10	9,90990991	3,6	14,1
2,1	10_20	11,96013289	3,6	8,4
2,1	20_30	11,14649682	3,6	10,4
2,1	30_40	12,5	3,6	8,9
2,1	40_50	11,80327869	3,6	11,7
2,1	50_60	12,82894737	3,6	9
3,1	0_10	10,52631579	3,6	9,7
3,1	10_20	11,29032258	3,6	9,9
3,1	20_30	22,18181818	3	9,3
3,1	30_40	21,78217822	3,6	14,1
3,1	40_50	11,65644172	3,6	15,6
3,1	50_60	14,53287197	3,6	26,5
4,1	0_10	9,150326797	3,6	11,9
4,1	10_20	9,385113269	3,6	8,5
4,1	20_30	11,29032258	3,6	13,9
4,1	30_40	12,20338983	3,6	8,4
4,1	40_50	12,13114754	3,6	11,5
4,1	50_60	14,66666667	3,6	8,4
5,1	0_10	11,55115512	3,5	9,3
5,1	10_20	12,4600639	3,5	14,2
5,1	20_30	12,83783784	3,6	9,9
5,1	30_40	13,86138614	3,6	14
5,1	40_50	12,38095238	3	10,6
5,1	50_60	14,7260274	3,5	14,2
6,1	0_10	9,440559441	3,6	10,9
6,1	10_20	11,70886076	3,6	7,5
6,1	20_30	12,79461279	3,6	10,7
6,1	30_40	12,54237288	3	7,2
6,1	40_50	13,85135135	3,6	6,5
6,1	50_60	15,35714286	3,6	11,3
7,1	0_10	9,941520468	3,6	7,7
7,1	10_20	12,37458194	3,6	12,5



7,1	20_30	12,58503401	3,6	9,1
7,1	30_40	12,5	3,6	19
7,1	40_50	13,95348837	3,6	16,4
7,1	50_60	13,17567568	3,6	9,6
8,1	0_10	10,0591716	3	9,2
8,1	10_20	14,51612903	3,6	13,1
8,1	20_30	11,07594937	3,6	11,3
8,1	30_40	10,60606061	3,6	13,8
8,1	40_50	13,14102564	3,6	9,7
8,1	50_60	13,39563863	3,6	13
9,1	0_10	11,18210863	3	7,9
9,1	10_20	11,74496644	3	6,1
9,1	20_30	12,54355401	3	8,3
9,1	30_40	12,75167785	3	8,6
9,1	40_50	12,33333333	3	14,4
9,1	50_60	11,25	3	10,2
10,1	0_10	11,70568562	3,6	11,1
10,1	10_20	13,73801917	3,5	30,8
10,1	20_30	13,28903654	3,6	11,4
10,1	30_40	13,24503311	3	11
10,1	40_50	13,17567568	3,6	8,9
10,1	50_60	14,33447099	3,6	7,1
11,1	0_10	9,810126582	3,5	10,8
11,1	10_20	12,77955272	3,5	8,3
11,1	20_30	12,70358306	3,5	8,2
11,1	30_40	12,37785016	3,6	12,8
11,1	40_50	13,39869281	3,5	8,9
11,1	50_60	12,98245614	3,6	8,7
12,1	0_10	8,832807571	3,6	7,5
12,1	10_20	11,74496644	3,6	9
12,1	20_30	11,97183099	3	14,4
12,1	30_40	11,14982578	3,6	10,8
12,1	40_50	12,5	3,6	17
12,1	50_60	10,70234114	3,6	20



N Tubo	Campione	Peso Campione tot	Tara sub	Peso Fresco Sub	Peso Secco Sub con Tara
1,1	0_20	1585,2	3,6	32,5	30,5
1,1	20_40	1256,2	3,6	34,7	32,2
1,1	40_60	511,9	3,6	33,7	31,4
1,1	60_80	1341,4	3,6	32,3	29,7
1,1	80_100	1525,9	3,6	33,3	30,7
1,1	100_120	1557,7	3,6	33,6	31
2,1	0_20	1134,9	3,6	32,4	30,8
2,1	20_40	261,1	3,6	33,9	31,7
2,1	40_60	1520,6	3,6	33,4	31
2,1	60_80	1291,3	3,6	38,5	34
2,1	80_100	1484,6	3,6	34,2	30,8
2,1	100_120	1082,4	3,6	37,2	32,3
3,1	0_20	1126,5	3,6	30,9	29,4
3,1	20_40	931,4	3,6	30,8	28,6
3,1	40_60	508,8	3,6	31,3	30
3,1	60_80	1319,1	3,6	33,6	30,1
3,1	80_100	1435,1	3,6	37,5	32,9
3,1	100_120	827,9	3,6	32,5	28,2
4,1	0_20	1313,2	3,6	31,6	29,6
4,1	20_40	1204	3,6	30,7	30,1
4,1	40_60	924,8	3,6	31,5	29,1
4,1	60_80	1442,1	3,6	32,9	29,4
4,1	80_100	1564,7	3	32,6	30,2
4,1	100_120	1014,5	3	32,8	30,3
5,1	0_20	1084,6	3	34,7	31,9
5,1	20_40	1170,9	3,7	34,2	31,9
5,1	40_60	730,2	3,6	34,3	32,2
5,1	60_80	1395,9	3,6	36,3	33,3
5,1	80_100	1540,1	3,6	38,6	34,2
5,1	100_120	1552,3	3,6	34,1	31,1
6,1	0_20	1124	3,7	37,1	34,5
6,1	20_40	1169,6	3,6	36,9	32,1
6,1	40_60	731,4	3,7	34,9	34,6
6,1	60_80	1262,8	3	32,9	32,9
6,1	80_100	1457,1	3,6	33	33
6,1	100_120	1530,6	3,5	34,8	34,8



N Tubo	Campione	Tara Scheletro	Peso Secco Scheletro con Tara	Contenuto idrico %
1,1	0_20	3,6	9,5	20,81784387
1,1	20_40	3,6	27,6	21,32867133
1,1	40_60	3,6	6,3	21,22302158
1,1	60_80	3,6	6,7	23,75478927
1,1	80_100	3,6	7	22,87822878
1,1	100_120	3,6	7,3	22,62773723
2,1	0_20	3,5	12,8	19,11764706
2,1	20_40	3,6	6,9	20,6405694
2,1	40_60	3,6	8,1	21,89781022
2,1	60_80	3,6	13,1	26,64473684
2,1	80_100	3	3,4	25,73529412
2,1	100_120	3	4,5	29,61672474
3,1	0_20	3,5	7,5	19,76744186
3,1	20_40	3,5	55,3	23,2
3,1	40_60	3,6	5,4	18,56060606
3,1	60_80	3	4,2	26,79245283
3,1	80_100	3,5	5,4	27,98634812
3,1	100_120	3,5	6,4	32,11382114
4,1	0_20	3,6	6,5	21,53846154
4,1	20_40	3,6	8,7	15,8490566
4,1	40_60	3,5	6,2	23,52941176
4,1	60_80	3,5	7,3	27,51937984
4,1	80_100	3,6	4,3	19,85294118
4,1	100_120	3,6	6	20,14652015
5,1	0_20	3,5	6,7	20,06920415
5,1	20_40	3,5	6,1	21,27659574
5,1	40_60	3	3,9	19,93006993
5,1	60_80	3,6	3,9	22,22222222
5,1	80_100	3,5	4,2	26,14379085
5,1	100_120	3,5	5,5	24
6,1	0_20	3,5	7,5	20,45454545
6,1	20_40	3,6	15,2	29,47368421
6,1	40_60	3,6	5,7	12,94498382
6,1	60_80	3	4,8	10,03344482
6,1	80_100	3,6	4,3	12,24489796
6,1	100_120	3,6	5,1	11,18210863



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

N Tubo	Profondità	N° Scansione	Peso Secco radici
1,1	0_10	10	0,0999
1,1	0_10	11	0,1248
1,1	0_10	12	0,0502
1,1	0_10	13	0,0513
1,1	0_10	14	0,0911
1,1	0_10	15	0,3073
1,1	0_10	16	0,11
1,1	0_10	17	0,2761
1,1	0_10	18	0,2635
1,1	0_10	19	0,2018
1,1	0_10	20	0,1728
1,1	0_10	21	0,2947
1,1	10_20	1	0,0664
1,1	10_20	2	0,0735
1,1	10_20	3	0,0563
1,1	10_20	4	0,04
1,1	10_20	5	0,0388
1,1	10_20	6	0,0487
1,1	10_20	7	0,0293
1,1	10_20	8	0,0754
1,1	10_20	9	0,0796
1,1	20_30	22	0,1168
1,1	20_30	23	0,0676
1,1	20_30	24	0,0675
1,1	20_30	25	0,0445
1,1	20_30	26	0,0509
1,1	20_30	27	0,0441
1,1	20_30	28	0,0448
1,1	30_40	29	0,044
1,1	30_40	30	0,0291
1,1	30_40	31	0,0275
1,1	30_40	32	0,0846
1,1	30_40	33	0,0352
1,1	30_40	34	0,0243
1,1	30_40	35	0,0311
1,1	40_50	36	0,018
1,1	40_50	37	0,0407
1,1	40_50	38	0,0151

Campus di Macchia Romana - V.le dell'Ateneo Lucano n. 10 - 85100 POTENZA

Tel. + 39 0971/205606 - 205446 - 205515 - 205607 - Fax + 39 0971/205378

E-mail: [safe.direttore@unibas.it](mailto:safe.direttore@unibas.it) - [safe.segreteria@unibas.it](mailto:safe.segreteria@unibas.it)

P.I.: 00948960760 - C.F.: 96003410766





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

1,1	40_50	39	0,0661
1,1	40_50	40	0,0247
1,1	40_50	41	0,0166
1,1	50_60	42	0,0311
1,1	50_60	43	0,0299
1,1	50_60	44	0,007
1,1	50_60	45	0,0336
1,1	50_60	46	0,029
2,1	0_10	235	0,2074
2,1	0_10	236	0,172
2,1	0_10	237	0,0296
2,1	0_10	238	0,146
2,1	0_10	239	0,0646
2,1	0_10	240	0,1587
2,1	0_10	241	0,1996
2,1	0_10	242	0,3125
2,1	0_10	243	0,2689
2,1	10_20	244	0,1462
2,1	10_20	245	0,0244
2,1	10_20	246	0,1065
2,1	10_20	247	0,165
2,1	10_20	248	0,1048
2,1	20_30	249	0,1339
2,1	20_30	250	0,0327
2,1	20_30	251	0,0535
2,1	20_30	252	0,1641
2,1	30_40	253	0,131
2,1	30_40	254	0,0145
2,1	30_40	255	0,0266
2,1	30_40	256	0,0712
2,1	30_40	257	0,0438
2,1	40_50	258	0,0692
2,1	40_50	259	0,0722
2,1	40_50	260	0,0178
2,1	50_60	261	0,0461
2,1	50_60	262	0,0259
2,1	50_60	263	0,0185
3,1	0_10	340	0,1089
3,1	0_10	341	0,1471
3,1	0_10	342	0,1686
3,1	0_10	343	0,185



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

3,1	0_10	344	0,0372
3,1	0_10	345	0,0839
3,1	0_10	346	0,2805
3,1	0_10	347	0,1913
3,1	10_20	348	0,097
3,1	10_20	349	0,0418
3,1	10_20	350	0,2303
3,1	10_20	351	0,0964
3,1	10_20	352	0,1751
3,1	20_30	353	0,0612
3,1	20_30	354	0,0332
3,1	20_30	355	0,1187
3,1	20_30	356	0,008
3,1	20_30	357	0,1495
3,1	20_30	358	0,0914
3,1	30_40	328	0,0192
3,1	30_40	329	0,0717
3,1	30_40	330	0,0411
3,1	30_40	331	0,0446
3,1	30_40	332	0,029
3,1	30_40	333	0,0102
3,1	40_50	334	0,0555
3,1	40_50	335	0,0405
3,1	40_50	336	0,0216
3,1	40_50	337	0,0443
3,1	50_60	338	0,0202
3,1	50_60	339	0,0138
4,1	0_10	117	0,0617
4,1	0_10	118	0,185
4,1	0_10	119	0,1693
4,1	0_10	120	0,0892
4,1	0_10	121	0,0668
4,1	0_10	122	0,2166
4,1	0_10	123	0,0451
4,1	0_10	124	0,0272
4,1	0_10	125	0,0796
4,1	0_10	126	0,0748
4,1	0_10	127	0,0425
4,1	10_20	93	0,023
4,1	10_20	94	0,0292
4,1	10_20	95	0,0304



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

4,1	10_20	96	0,0168
4,1	10_20	97	0,1103
4,1	10_20	98	0,0986
4,1	10_20	99	0,1634
4,1	10_20	100	0,0627
4,1	20_30	101	0,037
4,1	20_30	102	0,0288
4,1	20_30	103	0,0296
4,1	20_30	104	0,0405
4,1	20_30	105	0,0182
4,1	20_30	106	0,086
4,1	20_30	107	0,0934
4,1	20_30	108	0,0394
4,1	20_30	109	0,0753
4,1	30_40	128	0,0289
4,1	30_40	129	0,006
4,1	30_40	130	0,0287
4,1	30_40	131	0,0365
4,1	30_40	132	0,045
4,1	30_40	133	0,0387
4,1	40_50	134	0,0405
4,1	40_50	135	0,0255
4,1	40_50	136	0,0103
4,1	40_50	137	0,0091
4,1	40_50	138	0,0395
4,1	40_50	139	0,0408
4,1	50_60	110	0,0397
4,1	50_60	111	0,0328
4,1	50_60	112	0,0145
4,1	50_60	113	0,027
4,1	50_60	115	0,0073
4,1	50_60	116	0,0131
5,1	0_10	373	0,2735
5,1	0_10	374	0,1544
5,1	0_10	375	0,0649
5,1	0_10	376	0,2864
5,1	0_10	377	0,1942
5,1	0_10	378	0,1841
5,1	0_10	379	0,2073
5,1	10_20	380	0,0547
5,1	10_20	381	0,0523



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

5,1	10_20	382	0,0847
5,1	10_20	383	0,0528
5,1	10_20	384	0,1771
5,1	20_30	385	0,0468
5,1	20_30	386	0,2185
5,1	20_30	387	0,0274
5,1	20_30	388	0,072
5,1	20_30	389	0,1201
5,1	20_30	390	0,1252
5,1	30_40	359	0,0803
5,1	30_40	360	0,0452
5,1	30_40	361	0,0304
5,1	30_40	362	0,0348
5,1	30_40	363	0,1117
5,1	40_50	364	0,0747
5,1	40_50	365	0,0201
5,1	40_50	366	0,0222
5,1	40_50	367	0,0771
5,1	50_60	368	0,0549
5,1	50_60	369	0,0253
5,1	50_60	370	0,0518
5,1	50_60	371	0,0154
5,1	50_60	372	0,0323
6,1	0_10	273	0,2075
6,1	0_10	274	0,1184
6,1	0_10	275	0,075
6,1	0_10	276	0,169
6,1	0_10	277	0,2213
6,1	0_10	278	0,0736
6,1	0_10	279	0,1303
6,1	0_10	280	0,184
6,1	0_10	281	0,2015
6,1	0_10	282	0,1241
6,1	10_20	283	0,0348
6,1	10_20	284	0,0874
6,1	10_20	285	0,0973
6,1	10_20	286	0,056
6,1	10_20	287	0,1747
6,1	10_20	288	0,0296
6,1	10_20	289	0,0493
6,1	10_20	290	0,0605



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

6,1	20_30	291	0,0144
6,1	20_30	292	0,0316
6,1	20_30	293	0,0575
6,1	20_30	294	0,1004
6,1	20_30	295	0,0386
6,1	20_30	296	0,032
6,1	30_40	264	0,0652
6,1	30_40	265	0,0421
6,1	30_40	266	0,0433
6,1	40_50	267	0,0856
6,1	40_50	268	0,029
6,1	40_50	269	0,0315
6,1	50_60	270	0,0364
6,1	50_60	271	0,0135
6,1	50_60	272	0,0295
7,1	0_10	143	0,145
7,1	0_10	144	0,0999
7,1	0_10	145	0,0855
7,1	0_10	146	0,0445
7,1	0_10	147	0,0324
7,1	0_10	148	0,0623
7,1	0_10	149	0,0832
7,1	0_10	150	0,1151
7,1	10_20	151	0,0725
7,1	10_20	152	0,0685
7,1	10_20	153	0,0238
7,1	10_20	154	0,0313
7,1	10_20	155	0,0338
7,1	10_20	156	0,039
7,1	20_30	157	0,053
7,1	20_30	158	0,1578
7,1	20_30	159	0,0264
7,1	20_30	160	0,011
7,1	20_30	161	0,0462
7,1	30_40	162	0,0534
7,1	30_40	163	0,0312
7,1	30_40	164	0,0357
7,1	30_40	165	0,054
7,1	30_40	166	0,0372
7,1	40_50	167	0,0208
7,1	40_50	168	0,0101



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

7,1	40_50	169	0,0146
7,1	40_50	170	0,0226
7,1	40_50	171	0,0272
7,1	50_60	172	0,0199
7,1	50_60	173	0,0105
7,1	50_60	174	0,0143
7,1	50_60	175	0,0157
8,1	0_10	47	0,0592
8,1	0_10	48	0,115
8,1	0_10	49	0,1226
8,1	0_10	50	0,0713
8,1	0_10	51	0,0212
8,1	0_10	52	0,0447
8,1	0_10	53	0,0826
8,1	0_10	54	0,0467
8,1	0_10	55	0,323
8,1	10_20	56	0,0233
8,1	10_20	57	0,1164
8,1	10_20	58	0,0349
8,1	10_20	59	0,0391
8,1	10_20	60	0,0289
8,1	10_20	61	0,0454
8,1	10_20	62	0,0478
8,1	20_30	63	0,0593
8,1	20_30	64	0,0387
8,1	20_30	65	0,0583
8,1	20_30	66	0,0815
8,1	20_30	67	0,0354
8,1	20_30	68	0,1309
8,1	20_30	69	0,0453
8,1	20_30	70	0,0155
8,1	30_40	78	0,0581
8,1	30_40	79	0,0349
8,1	30_40	80	0,008
8,1	30_40	81	0,0134
8,1	30_40	82	0,0208
8,1	30_40	83	0,0554
8,1	30_40	84	0,0259
8,1	40_50	71	0,0313
8,1	40_50	72	0,0441
8,1	40_50	73	0,0482



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

8,1	40_50	74	0,0264
8,1	40_50	75	0,0387
8,1	40_50	76	0,0559
8,1	40_50	77	0,0674
8,1	50_60	85	0,0821
8,1	50_60	86	0,0061
8,1	50_60	87	0,0111
8,1	50_60	88	0,0324
8,1	50_60	89	0,0094
8,1	50_60	90	0,0245
8,1	50_60	91	0,0162
8,1	50_60	92	0,0414
9,1	0_10	310	0,196
9,1	0_10	311	0,2515
9,1	0_10	312	0,106
9,1	0_10	313	0,109
9,1	0_10	314	0,2165
9,1	0_10	315	0,2433
9,1	0_10	316	0,199
9,1	10_20	317	0,0778
9,1	10_20	318	0,0502
9,1	10_20	319	0,157
9,1	10_20	320	0,0715
9,1	10_20	321	0,1524
9,1	20_30	322	0,0478
9,1	20_30	323	0,0389
9,1	20_30	324	0,026
9,1	20_30	325	0,0469
9,1	20_30	326	0,1103
9,1	20_30	327	0,0329
9,1	30_40	297	0,0582
9,1	30_40	298	0,0202
9,1	30_40	299	0,0208
9,1	30_40	300	0,0343
9,1	30_40	301	0,0252
9,1	40_50	302	0,0299
9,1	40_50	303	0,0602
9,1	40_50	304	0,0186
9,1	40_50	305	0,0206
9,1	50_60	306	0,0177
9,1	50_60	307	0,0274



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

9,1	50_60	308	0,0529
9,1	50_60	309	0,0228
10,1	0_10	208	0,2696
10,1	0_10	209	0,108
10,1	0_10	210	0,0224
10,1	0_10	211	0,0516
10,1	0_10	212	0,044
10,1	0_10	213	0,144
10,1	0_10	214	0,0852
10,1	0_10	215	0,1001
10,1	10_20	216	0,0369
10,1	10_20	217	0,0191
10,1	10_20	218	0,036
10,1	10_20	219	0,08
10,1	20_30	220	0,0455
10,1	20_30	221	0,0207
10,1	20_30	222	0,0326
10,1	20_30	223	0,0742
10,1	20_30	224	0,0458
10,1	30_40	225	0,0451
10,1	30_40	226	0,0414
10,1	30_40	227	0,0252
10,1	30_40	228	0,0407
10,1	40_50	229	0,0209
10,1	40_50	230	0,0262
10,1	40_50	231	0,0558
10,1	50_60	232	0,0235
10,1	50_60	233	0,0122
10,1	50_60	234	0,03
11,1	50_60	405	
12,1	0_10	176	0,2312
12,1	0_10	177	0,1324
12,1	0_10	178	0,0677
12,1	0_10	179	0,122
12,1	0_10	180	0,0634
12,1	0_10	181	0,1073
12,1	0_10	182	0,1087
12,1	0_10	183	0,0492
12,1	0_10	184	0,0838
12,1	10_20	185	0,0767
12,1	10_20	186	0,0435





12,1	10_20	187	0,0413
12,1	10_20	188	0,0597
12,1	10_20	189	0,0635
12,1	10_20	190	0,0463
12,1	20_30	191	0,065
12,1	20_30	192	0,0456
12,1	20_30	193	0,0471
12,1	20_30	194	0,0676
12,1	20_30	195	0,1211
12,1	20_30	196	0,1465
12,1	30_40	197	0,0814
12,1	30_40	198	0,025
12,1	30_40	199	0,0587
12,1	30_40	200	0,0201
12,1	40_50	201	0,0414
12,1	40_50	202	0,0041
12,1	40_50	203	0,0205
12,1	40_50	204	0,0612
12,1	50_60	205	0,012
12,1	50_60	206	0,0085
12,1	50_60	207	0,034

N Tubo	Profondità	N° Scansione	Peso Secco radici
1,1	0_20	4	0,2407
1,1	0_20	5	0,254
1,1	0_20	6	0,1927
1,1	0_20	7	0,1112
1,1	0_20	8	0,1029
1,1	0_20	9	0,0605
1,1	0_20	10	0,0352
1,1	0_20	11	0,0868
1,1	0_20	12	0,1393
1,1	0_20	13	0,0676
1,1	0_20	14	0,1056
1,1	0_20	15	0,3122
1,1	20_40	16	0,0403
1,1	20_40	17	0,0373
1,1	20_40	18	0,0422



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

1,1	20_40	19	0,023
1,1	20_40	20	0,1045
1,1	20_40	21	0,0809
1,1	40_60	1	0,0184
1,1	40_60	2	0,0306
1,1	40_60	3	0,0145
1,1	60_80	22	0,0414
1,1	60_80	23	0,0319
1,1	60_80	24	0,1387
1,1	60_80	25	0,0436
1,1	80_100	26	0,0397
1,1	80_100	27	0,0096
1,1	80_100	28	0,0383
1,1	100_120	29	0,0188
1,1	100_120	30	0,0127
2,1	0_20	35	0,3111
2,1	0_20	36	0,1933
2,1	0_20	37	0,1533
2,1	0_20	38	0,0311
2,1	0_20	39	0,0866
2,1	0_20	40	0,0848
2,1	0_20	41	0,1549
2,1	0_20	42	0,0279
2,1	0_20	43	0,1775
2,1	0_20	44	0,299
2,1	0_20	45	0,2829
2,1	0_20	46	0,1625
2,1	20_40	47	0,0093
2,1	20_40	48	0,0385
2,1	20_40	49	0,0308
2,1	20_40	50	0,049
2,1	20_40	51	0,0868
2,1	20_40	52	0,1646
2,1	40_60	31	0,0571
2,1	40_60	32	0,0311
2,1	40_60	33	0,0969
2,1	40_60	34	0,09
2,1	60_80	53	0,015
2,1	60_80	54	0,0845
2,1	60_80	55	0,0829
2,1	60_80	56	0,1034



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

2,1	60_80	57	0,0653
2,1	60_80	58	0,1265
2,1	80_100	59	0,0252
2,1	80_100	60	0,0104
2,1	80_100	61	0,0326
2,1	100_120	62	0,0185
2,1	100_120	63	0,0215
3,1	0_20	78	0,2283
3,1	0_20	79	0,1833
3,1	0_20	80	0,0688
3,1	0_20	81	0,0573
3,1	0_20	82	0,0427
3,1	0_20	83	0,0796
3,1	0_20	84	0,0543
3,1	0_20	85	0,1129
3,1	0_20	86	0,0784
3,1	0_20	87	0,1508
3,1	0_20	88	0,0962
3,1	0_20	89	0,0447
3,1	0_20	90	0,5812
3,1	0_20	91	0,504
3,1	20_40	92	0,0335
3,1	20_40	93	0,0346
3,1	20_40	94	0,0616
3,1	20_40	95	0,1111
3,1	40_60	74	0,0473
3,1	40_60	75	0,0376
3,1	40_60	76	0,0242
3,1	40_60	77	0,0932
3,1	60_80	64	0,0307
3,1	60_80	65	0,0645
3,1	60_80	66	0,048
3,1	60_80	67	0,069
3,1	80_100	68	0,0102
3,1	80_100	69	0,0367
3,1	80_100	70	0,0324
3,1	80_100	71	0,0676
3,1	100_120	72	0,0155
3,1	100_120	73	0,0186
4,1	0_20	105	0,2327
4,1	0_20	106	0,1885



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

4,1	0_20	107	0,0963
4,1	0_20	108	0,0502
4,1	0_20	109	0,3478
4,1	0_20	110	0,0798
4,1	0_20	111	0,4732
4,1	0_20	112	0,0601
4,1	0_20	113	0,4552
4,1	0_20	114	0,5432
4,1	0_20	115	0,2679
4,1	0_20	116	0,2363
4,1	20_40	100	0,0948
4,1	20_40	101	0,0174
4,1	20_40	102	0,0584
4,1	20_40	103	0,0447
4,1	20_40	104	0,1055
4,1	40_60	96	0,0265
4,1	40_60	97	0,0448
4,1	40_60	98	0,0653
4,1	40_60	99	0,0653
4,1	60_80	138	0,0463
4,1	60_80	139	0,0197
4,1	60_80	140	0,0324
4,1	60_80	141	0,0506
4,1	80_100	142	0,021
4,1	80_100	143	0,0163
4,1	80_100	144	0,0292
4,1	80_100	145	0,0342
4,1	100_120	146	0,0129
4,1	100_120	147	0,0165
4,1	100_120	148	0,0179
5,1	0_20	117	0,0507
5,1	0_20	118	0,0644
5,1	0_20	119	0,0792
5,1	0_20	120	0,1756
5,1	0_20	121	0,096
5,1	0_20	122	0,2076
5,1	0_20	123	0,2366
5,1	0_20	124	0,1242
5,1	0_20	125	0,3233
5,1	0_20	126	0,2175
5,1	0_20	127	0,5408



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA  
SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

5,1	20_40	128	0,0437
5,1	20_40	129	0,0562
5,1	20_40	130	0,0368
5,1	20_40	131	0,1022
5,1	20_40	132	0,0629
5,1	20_40	133	0,1599
5,1	40_60	134	0,0419
5,1	40_60	135	0,0137
5,1	40_60	136	0,0683
5,1	40_60	137	0,0557
5,1	60_80	172	0,0461
5,1	60_80	173	0,0477
5,1	60_80	174	0,0623
5,1	60_80	175	0,0683
5,1	60_80	176	0,0962
5,1	80_100	182	0,0141
5,1	80_100	183	0,0188
5,1	80_100	184	0,0347
5,1	100_120	185	0,0036
5,1	100_120	186	0,0109
6,1	0_20	149	0,1584
6,1	0_20	150	0,1057
6,1	0_20	151	0,082
6,1	0_20	152	0,1519
6,1	0_20	153	0,0523
6,1	0_20	154	0,0093
6,1	0_20	155	0,196
6,1	0_20	156	0,212
6,1	0_20	157	0,2963
6,1	0_20	158	0,2212
6,1	0_20	159	0,0875
6,1	0_20	160	0,146
6,1	0_20	161	0,1851
6,1	0_20	162	0,0998
6,1	0_20	163	0,1835
6,1	0_20	164	0,1646
6,1	0_20	165	0,1743
6,1	20_40	166	0,0418
6,1	20_40	167	0,0323
6,1	20_40	168	0,022
6,1	20_40	169	0,0496



6,1	20_40	170	0,029
6,1	20_40	171	0,149
6,1	40_60	177	0,0381
6,1	40_60	178	0,0106
6,1	40_60	179	0,0581
6,1	40_60	180	0,0212
6,1	40_60	181	0,1131
6,1	60_80	187	0,0258
6,1	60_80	188	0,0219
6,1	60_80	189	0,0772
6,1	60_80	190	0,0228
6,1	60_80	191	0,0912
6,1	80_100	192	0,0163
6,1	80_100	193	0,0463
6,1	100_120	194	0,0127
6,1	100_120	195	0,0328

Il Responsabile Scientifico

---

Il Legale Rappresentante

---