Azione C1 - Deliverable C1.2

Baseline of the Carbon stock and sink for each area

Baseline referred to current silvicultural practices

Giorgio Vacchiano
Edoardo Nevola

Dip. Scienze Agrarie e Ambientali
Università degli Studi di Milano
Giugno 2021

LE FORESTE
CHE RIGENERANO
L'ECONOMIA

Summary

This document presents the baseline for carbon stocks and sinks in the three study areas of the LIFECO2PES&PEF project. The baseline refers to usual silvicultural practices leading to current biomass stock and to biomass increment in the last 10 years.

Carbon stocks were assessed from field measurements using allometric equations for tree volume and estimating total biomass in the five carbon pools recognized by IPCC. Biomass was then converted to carbon stock and CO_2 equivalent using IPCC-approved carbon density rates. Carbon and CO2 sinks were estimated from tree growth measured from increment cores extracted in the field.

The average carbon stock and CO_2 sink in the three study areas are: 302 t/ha and 9 t/ha/year in Foresta Regionale di Fusine, 366 t/ha and 20 t/ha/year in Comunalie parmensi di Baselica e Pontolo, and 115 t/ha and 15 t/ha/year in Complesso demaniale Fantella-Galeata.

This analysis highlighted differences in carbon sequestration among different forest types and forest areas, pointing out some forest stands which are absorbing less CO2 where it was thus suggested to focus silvicultural interventions with the aim of increasing the carbon sink.

Il seguente documento contiene i risultati dei calcoli svolti per conoscere la quantità di carbonio contenuto (stock) e assorbito (sink) nelle tre aree di studio coinvolte dal progetto LIFE CO2PES&PEF, qui presentati come tabelle, carte e boxplot. In particolare, eseguendo questi calcoli per tutte le particelle forestali è possibile individuare le zone in cui è preferibile effettuare interventi selvicolturali al fine incrementare la quantità di carbonio assorbito dai popolamenti forestali. Uno dei principali obiettivi del progetto, infatti, è quello di aumentare lo stock di carbonio di circa 375 t CO_2, grazie alla prevenzione dei disturbi naturali e al miglioramento delle condizioni di crescita del bosco.

In una foresta non gestita, l'assorbimento annuo di carbonio inizia a rallentare una volta superata l'età dei popolamenti in cui l'incremento è massimo; negli anni successivi a un taglio appropriato, invece, la foresta ha un tasso di assorbimento superiore a quello che avrebbe avuto in assenza di intervento. Per questo motivo è importante conoscere la baseline del carbonio contenuto e assorbito dai popolamenti forestali, dove con baseline si fa riferimento all'attuale gestione forestale (stock osservato e sink misurato per gli ultimi dieci anni). Questa baseline può essere considerata valida per i prossimi dieci anni, con uno scenario selvicolturale omogeneo a quello attuale e assumendo che l'incremento resti invariato. Oltre tale orizzonte temporale è necessario ricalcolare la baseline con un simulatore di dinamiche forestali, perché l'aumento dell'età dei popolamenti farà variare sia l'incremento che la modalità di gestione (es. tagli di maturità nelle particelle a fine turno).

Per calcolare la quantità di carbonio contenuta nelle foreste in esame (stock) è stato utilizzato il metodo allometrico; nelle particelle forestali in cui sono stati effettuati rilievi dendrometrici, le misurazioni effettuate sul campo sono state trasformate in biomassa mediante equazioni matematiche. Innanzitutto, sono state stimate le altezze di tutti gli individui cavallettati a partire da quelle misurate sul campo tramite regressioni polinomiali tra diametro e altezza (R^2 medio = 0.6). Successivamente sono stati calcolati i volumi cormometrici attraverso le formule proposte dal Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura (Tabacchi et al., 2011) utilizzando le altezze e i diametri a disposizione (Tabella 2). Una volta scalati i volumi in m^3/ha sono state quindi stimate le biomasse dei cinque serbatoi forestali individuati dall'UNFCCC ovvero epigea, ipogea, necromassa, lettiera e suolo tramite le formule proposte da Vitullo (Tabella 3). Infine, la biomassa totale è stata convertita in tonnellate di carbonio ad ettaro utilizzando un valore di carbon density pari a 0.47. Per le particelle non cavallettate si è proseguito in modi diversi a seconda dei dati disponibili nei rispettivi PAF. Foresta Regionale di Fusine: sono stati utilizzati volumi presenti nel PAF; Comunalie parmensi di Baselica e Pontolo: gli stock sono stati stimati fittando una regressione tra superficie particella (ha) – stock (carbonio t/ha) per ogni specie dominante; Complesso demaniale di Fantella-Galeata: sono state utilizzate le provvigioni presenti nel PAF per calcolare le biomasse come precedentemente descritto.

Tabella 1: equazioni di regressioni polinomiali utilizzata per la stima delle altezze

Area di Studio	Tipo forestale o Specie dominante	Equazione
Foresta Regionale di Fusine	Abete rosso	h = -0.00005*d^3 - 0.0026*d^2+ 0.8038*d + 1.3
	Faggio	h = 0.0001*d^3 - 0.02*d^2 + 1.1138*d + 1.3
Comunalie parmensi di Baselica e Pontolo	Conifere (Abete rosso, Pino, Douglasia)	h = 0.0002*d^3 - 0.0188*d^2 + 0.9884*d + 1.3
	Faggio	h = 0.0003*d^3 - 0.0307*d^2 + 1.1752*d + 1.3
	Castagno e Nocciolo	h = 0.0004*d^3 - 0.034*d^2 + 1.1197*d + 1.3
	Altre latifoglie (Pioppo, Quercia, Salice, Sorbo)	h = -0.0033*d^3 + 0.0787*d^2 + 0.2859*d + 1.3
Complesso Demaniale Fantella-Galeata	Conifere (Abete rosso, Cedro del Libano, Pino nero, Pino strobo)	h = 0,0008*d^3 - 0,0427*d^2 + 1,1276*d + 1,3
	Latifoglie (Carpino, Frassino, Quercia, Salice)	h = 0,001*d^3 - 0,0518*d^2 + 1,0702*d + 1,3

Tabella 2: equazioni utilizzate per la stima del volume cormometrico (Tabacchi et al., 2011). d = diametro individuo a 1,3 m dal terreno; h = altezza.

Specie	Equazione
carpino	-1.4983+0.038828*d^2*h
castagno	-2.001+0.036524*d^2*h+0.74466*d
faggio	0.81151+0.038965*d^2*h
frassino	-0.11137 + 0.039108*d^2*h
cerro	-0.043221 + 0.038079*d^2*h
roverella	0.51025 + 0.045184*d^2*h-0.36026*d
robinia	-2.1214 +0.037123*d^2*h+0.14296*d
salice	-2.314+0.038926*d^2*h
ontano	-22.932+0.032641*d^2*h+2.991*d
acero	1.6905+0.037082*d^2*h
altre latifoglie	2.3118+0.031278*d^2*h+0.37159*d
douglasia	-7.9946+0.033343*d^2*h+1.2186*d
pino strobo	2.6279+0.03389*d^2*h
silvestre	3.1803+0.039899*d^2*h
pino nero	-21.48 +0.033448*d^2*h+2.9088*d
abete rosso	-9.1298+0.034866*d^2*h+1.4633*d

Tabella 3: formule impiegate per la stima della biomassa dei cinque serbatoi forestali individuati dall'UNFCCC. GS = volume di provvigione [m^3 ha^{-1}], BEF = fattore di conversione biomassa, WBD = densità basale del legno [t m^{-3}], R = rapporto root/shoot che converte la biomassa epigea in biomassa ipogea, DCF = fattore di conversione da biomassa epigea in necromassa, A = superficie occupata dalla specifica tipologia forestale [ha], a-b-c-d = coefficienti specie specifici. (Vitullo et al., 2007)

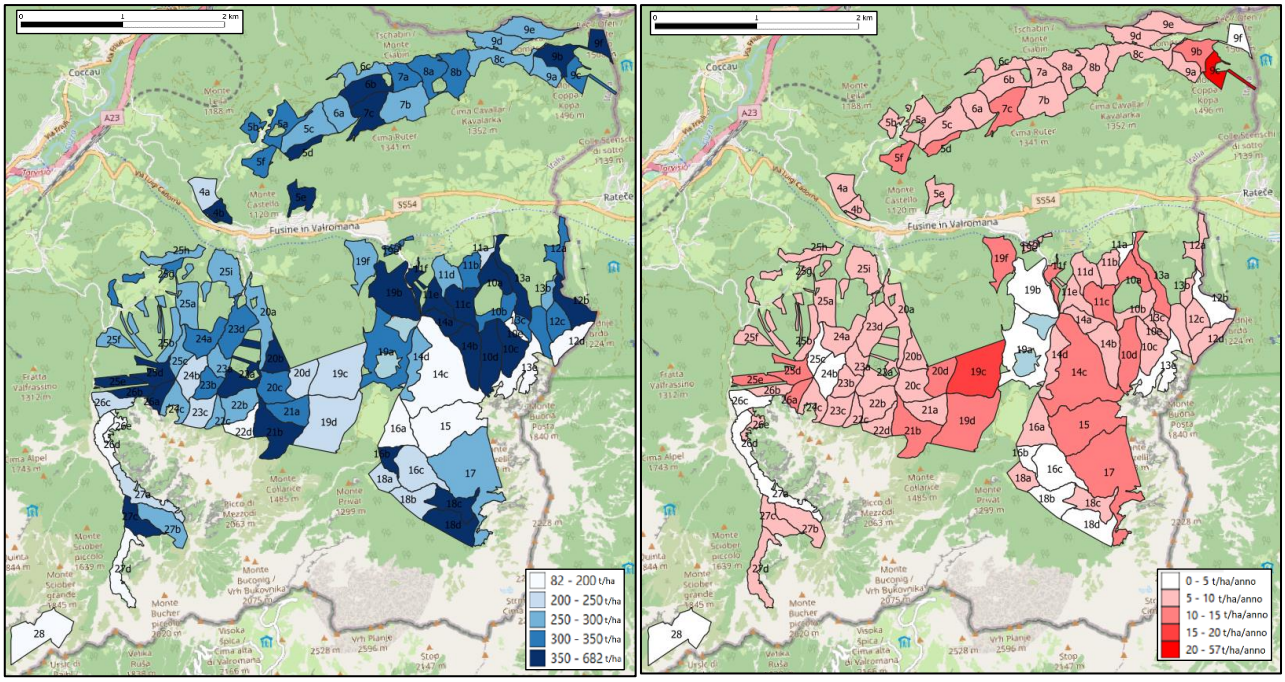
Serbatoio forestale	Carbonio
Biomassa epigea	*GS*BEF*WBD*A*
Biomassa ipogea	*GS*WBD*R*A*
Necromassa	GS*BEF*WBD*DCF*A
Lettiera	a*C biomassa epigea + b
Suolo	c*C biomassa epigea + d

Per il calcolo dei sink di carbonio è stata innanzitutto eseguita, attraverso i software CDendro e CooRecorder, la misura dello spessore degli ultimi dieci anelli delle carote prelevate per ogni specie dominante e classe diametrica (< 15cm, 15cm<dbh<30cm, >30cm) nelle particelle cavallettate. Più precisamente, lo spessore degli anelli è stato utilizzato per calcolare i diametri di 10 anni fa con i quali, insieme alle altezze precedentemente stimate, sono stati stimati i volumi cormometrici di dieci anni fa applicando le formule riportate in Tabella 2. Questi volumi sono stati quindi sottratti a quelli attuali, fornendo l'incremento volumetrico degli ultimi dieci anni per ogni individuo. Questo incremento è stato quindi trasformato in incremento di fitomassa tramite le formule riportate in Tabella 3. Per ogni classe dimetrica è stato quindi calcolato un valore medio di incremento di fitomassa, che è stato successivamente moltiplicato per il numero di piante presenti nella particella per quella classe dimetrica fornendo così l'incremento di fitomassa totale per particella, poi trasformato in incremento di carbonio (sink). Per le particelle non cavallettate si è proseguito in modi diversi a seconda dei dati disponibili dai relativi PAF: Foresta Regionale di Fusine: sono stati calcolati valori medi di incrementi di fitomassa delle particelle cavallettate di uno stesso tipo forestale; Comunalie parmensi di Baselica e Pontolo: sono state fittate delle regressioni tra superficie particella (ha) - sink (CO_2 t/ha/anno) per ogni specie dominante; Complesso demaniale di Fantella-Galeata: sono state fittate delle regressioni tra provvigione (m^3/ha, ricavato da PAF) – incremento (m^3/anno) per ogni specie dominante.

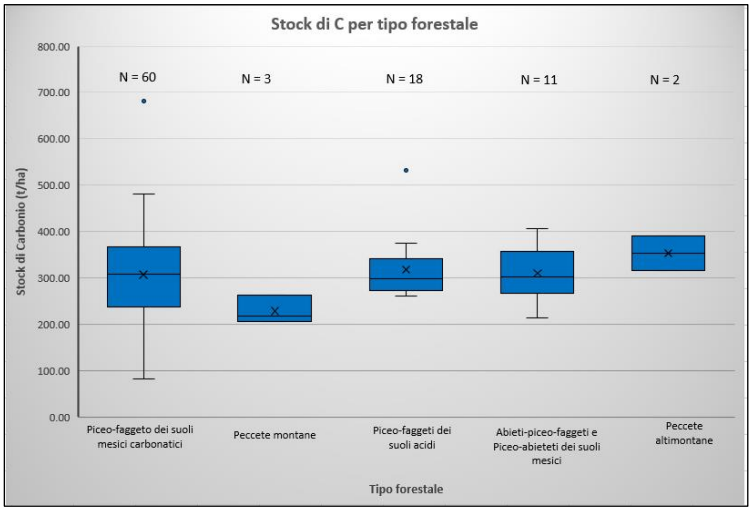
1. Foresta Regionale di Fusine

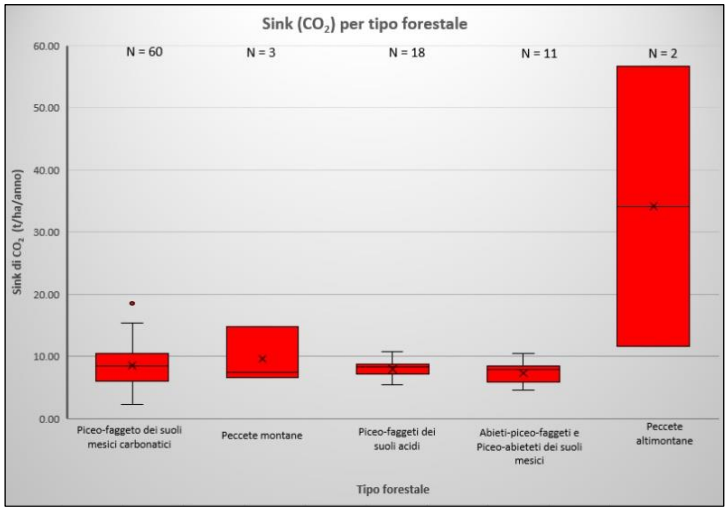
Particella	Tipo forestale	Superficie (ha)	Stock C (t ha^{-1})	Sink 10 anni C (t ha^{-1})	CO2 anno^{-1} (t ha^{-1})
15	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	61.07	141.80	28.30	10.38
17	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	91.01	251.83	36.76	13.48
28	/	42.88	102.90	10.29	3.77
10a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.63	429.53	35.05	12.85
10b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.05	312.91	20.82	7.63
10c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	22.69	357.06	24.26	8.89
10d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	30.67	375.17	29.26	10.73
10e	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	5.24	181.24	22.06	8.09
11a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	5.12	211.93	14.11	5.17
11b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	14.59	302.14	18.84	6.91
11c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	21.64	377.59	28.80	10.56
11d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	16.46	283.48	18.71	6.86
11e	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.32	358.65	15.98	5.86
11f	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	7.70	365.19	41.79	15.32
12a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	13.55	320.73	26.13	9.58
12b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	19.99	439.44	14.69	5.39
12c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	14.74	308.18	26.56	9.74
12d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	17.92	191.84	27.20	9.97
13a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	18.80	354.80	30.44	11.16
13b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	7.13	271.29	20.42	7.49
13c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	6.27	301.55	27.94	10.24
13d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.84	326.81	22.82	8.37
13e	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	27.95	111.66	11.76	4.31
14a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	11.87	373.95	15.09	5.53
14b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	27.24	389.70	25.13	9.21
14c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	91.53	165.47	33.08	12.13
14d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	20.67	288.24	15.76	5.78
16a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	26.50	82.14	24.70	9.06
16b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	9.41	681.65	6.11	2.24
16c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	33.87	239.17	13.09	4.80
18a	Peccete montane	12.86	205.36	17.89	6.56
18b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	21.13	225.47	18.93	6.94
18c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	20.05	441.00	15.97	5.86
18d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	26.23	396.82	8.32	3.05
19a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	50.38	315.68	10.29	3.77
19b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	43.95	383.50	9.32	3.42
19c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	52.21	230.22	50.73	18.60
19d	Peccete montane	59.70	217.12	40.43	14.83
19e	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	4.28	307.11	24.43	8.96
19f	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	22.88	282.45	37.87	13.88
20a	Piceo-faggeti dei suoli acidi	24.96	274.62	19.71	7.23
20b	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	13.92	357.79	23.13	8.48
20c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	22.33	321.11	21.01	7.70
20d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	19.02	247.54	34.55	12.67
21a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	20.46	333.09	26.78	9.82
21b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	34.22	359.59	29.95	10.98
22a	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	22.20	372.77	24.84	9.11
22b	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	21.39	272.14	17.71	6.49
22c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	7.96	292.96	21.74	7.97
22d	/	13.08	142.61	22.05	8.09
23a	/	11.41	296.85	15.91	5.84
23b	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	13.86	345.54	21.69	7.95

23c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	16.71	217.41	17.35	6.36
23d	Piceo-faggeti dei suoli acidi	26.97	346.54	22.81	8.36
24a	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	22.51	303.00	22.38	8.20
24b	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	19.30	213.44	13.61	4.99
24c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	14.54	297.35	23.95	8.78
25a	Peccete montane	26.20	263.37	20.24	7.42
25b	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	11.65	294.95	17.68	6.48
25c	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	12.02	266.86	12.55	4.60
25d	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	16.58	405.88	28.84	10.57
25e	Piceo-faggeti dei suoli acidi	10.06	375.74	29.25	10.72
25f	Piceo-faggeti dei suoli acidi	26.38	267.54	18.36	6.73
25g	Piceo-faggeti dei suoli acidi	12.61	340.37	24.63	9.03
25h	Piceo-faggeti dei suoli acidi	12.62	290.95	19.68	7.22
25i	Piceo-faggeti dei suoli acidi	24.55	294.85	23.75	8.71
26a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	9.42	481.62	32.80	12.03
26b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	9.18	384.05	24.56	9.01
26c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.15	212.35	14.50	5.32
26d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.69	195.57	11.91	4.37
26e	/	6.04	145.87	15.43	5.66
27a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	21.83	223.95	13.91	5.10
27b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	23.86	276.42	17.75	6.51
27c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	16.88	366.50	21.39	7.84
27d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	21.24	195.44	22.79	8.36
4a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	15.58	237.60	23.53	8.63
4b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	9.18	353.48	18.38	6.74
5a	Piceo-faggeti dei suoli acidi	18.81	301.36	23.00	8.43
5b	Piceo-faggeti dei suoli acidi	8.78	309.29	20.88	7.66
5c	Piceo-faggeti dei suoli acidi	28.18	261.39	16.87	6.18
5d	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	7.85	394.41	32.22	11.82
5e	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	13.43	360.83	27.84	10.21
5f	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	13.53	343.47	32.35	11.86
6a	Piceo-faggeti dei suoli acidi	18.65	294.30	19.62	7.19
6b	Piceo-faggeti dei suoli acidi	20.39	363.61	24.73	9.07
6c	Piceo-faggeti dei suoli acidi	13.90	263.75	19.15	7.02
7a	Piceo-faggeti dei suoli acidi	15.11	322.94	23.49	8.61
7b	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	31.84	281.98	20.68	7.58
7c	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	23.76	372.71	29.15	10.69
8a	Piceo-faggeti dei suoli acidi	20.84	328.86	23.26	8.53
8b	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	23.88	319.92	21.53	7.89
8c	Abieti-piceo-faggeti e Piceo-abieteti dei suoli mesici	23.17	256.33	16.28	5.97
9a	Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	12.40	297.36	25.90	9.50
9b	Peccete altimontane	17.57	390.41	31.57	11.58
9c	Peccete altimontane	12.58	316.65	154.65	56.70
9d	Piceo-faggeti dei suoli acidi	18.63	265.53	23.69	8.69
9e	Piceo-faggeti dei suoli acidi	22.57	290.09	25.20	9.24
9f	Piceo-faggeti dei suoli acidi	10.61	531.64	14.75	5.41



Carta degli stock di Carbonio in t/ha (sinistra) e sink in t CO2/ha/anno (destra) nelle particelle della Foresta Regionale di Fusine





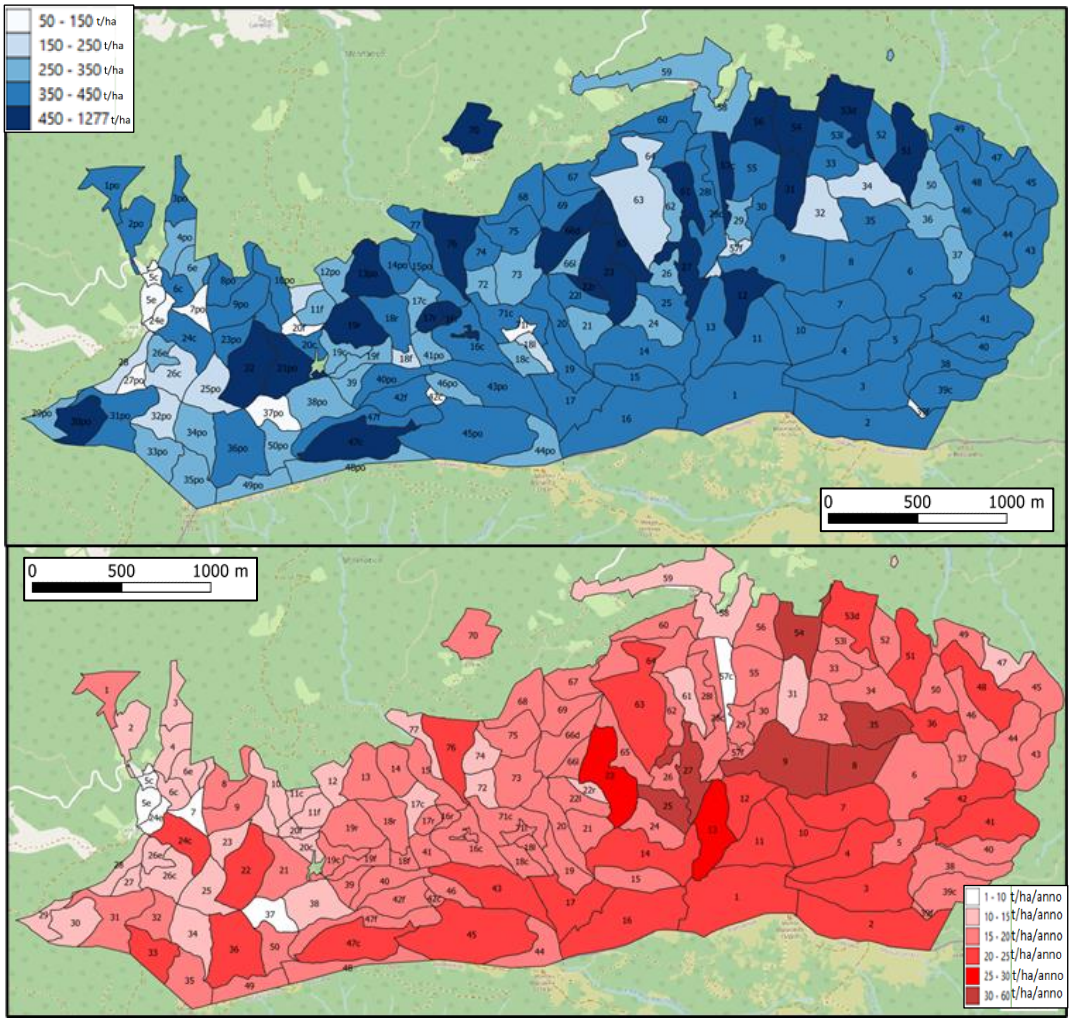
Boxplot degli stock di Carbonio in t/ha (sinistra) e sink in t CO2/ha/anno (destra) per tipo forestale nella Foresta Regionale di Fusine

2. Comunalie parmensi di Baselica e Pontolo (PR)

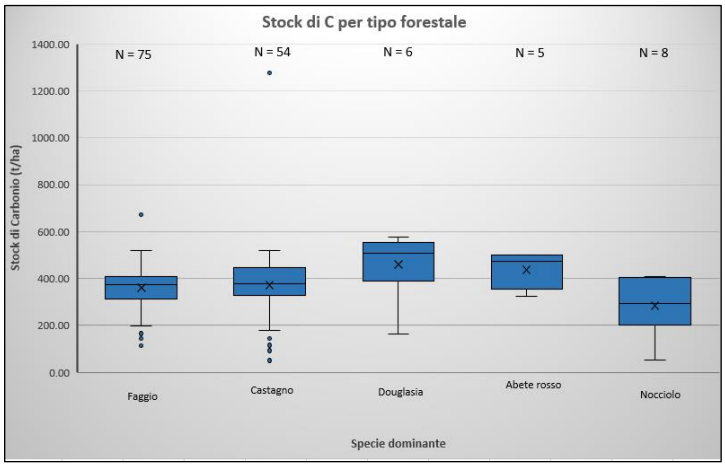
Particella	Tipo di governo	Superficie boscata (ha)	Specie dominante	Stock C (t ha^{-1})	Sink 10 anni C (t ha^{-1})	CO2 anno^{-1} (t ha^{-1})
1	Fustaie	21.32	Faggio	431.23	68.80	25.22
2	Fustaie	17.51	Faggio	426.50	64.80	23.77
3	Fustaie	14.20	Faggio	420.33	61.40	22.52
4	Fustaie	10.67	Faggio	409.55	57.80	21.19
5	Fustaie	5.53	Faggio	369.16	52.50	19.24
6	Fustaie	15.92	Faggio	371.41	46.80	17.16
7	Fustaie	11.69	Faggio	413.34	58.80	21.57
8	Fustaie	8.55	Faggio	441.08	107.00	39.24
9	Fustaie	16.75	Faggio	433.02	140.50	51.52
10	Fustaie	9.34	Faggio	403.34	56.40	20.68
11	Fustaie	10.33	Faggio	408.09	57.40	21.05
12	Fustaie	6.91	Faggio	477.16	62.80	23.01
13	Fustaie	9.19	Faggio	418.04	74.70	27.38
14	Boschi cedui a regime	13.73	Faggio	419.22	60.90	22.34
15	Boschi cedui a regime	5.65	Faggio	371.00	52.60	19.29
16	Fustaie	18.42	Faggio	427.80	65.80	24.11
17	Boschi cedui a regime	10.10	Faggio	407.11	57.20	20.97
19	Boschi cedui a regime	4.52	Faggio	350.48	51.40	18.86
20	Boschi cedui a regime	6.53	Faggio	381.98	53.50	19.62
21	Boschi cedui a regime	4.48	Faggio	349.65	51.40	18.84
22	Boschi cedui a regime	9.06	Castagno	491.74	61.20	22.44
23	Popolamenti di conifere	11.20	Douglasia	516.40	70.50	25.84
24	Boschi cedui a regime	5.38	Faggio	270.19	52.30	19.18
25	Boschi cedui a regime	4.83	Faggio	398.51	83.30	30.54
26	Boschi cedui a regime	2.93	Faggio	294.79	49.80	18.26
27	Popolamenti di conifere	7.04	Abete rosso	473.06	91.20	33.45
28	Castagneti da frutto	2.36	Castagno	243.27	33.20	12.19
29	Popolamenti di conifere	3.08	Abete rosso	324.98	47.10	17.25
30	Boschi cedui a regime	3.51	Faggio	435.06	50.40	18.48
31	Boschi cedui a regime	6.62	Faggio	671.29	31.70	11.61
32	Boschi cedui a regime	8.37	Faggio	199.40	53.40	19.57
33	Boschi cedui a regime	4.69	Faggio	366.83	53.40	19.57
34	Boschi cedui a regime	7.31	Faggio	241.81	54.00	19.81
35	Boschi cedui a regime	8.26	Faggio	423.87	88.80	32.55
36	Boschi cedui a regime	5.51	Faggio	307.87	65.40	23.97
37	Boschi cedui a regime	4.50	Faggio	349.99	51.40	18.85
38	Boschi cedui a regime	8.44	Faggio	398.04	55.50	20.34
39	Fustaie	2.68	Faggio	279.83	49.50	18.16
40	Boschi cedui a regime	5.40	Faggio	367.15	52.30	19.19
41	Boschi cedui a regime	11.94	Faggio	414.15	59.10	21.66
42	Boschi cedui a regime	11.14	Faggio	411.36	58.30	21.36
43	Boschi cedui a regime	6.60	Faggio	382.76	53.60	19.64
44	Boschi cedui a regime	7.81	Faggio	393.62	54.80	20.10
45	Boschi cedui a regime	7.03	Faggio	387.07	54.00	19.81
46	Boschi cedui a regime	6.06	Faggio	376.56	53.00	19.44
47	Boschi cedui a regime	4.02	Castagno	382.05	40.20	14.73
48	Boschi cedui a regime	9.97	Faggio	406.51	57.10	20.92
49	Boschi cedui a regime	4.95	Castagno	419.11	44.10	16.15
50	Boschi cedui a regime	5.66	Faggio	312.18	52.60	19.29
51	Boschi cedui a regime	8.55	Castagno	486.44	59.00	21.65
52	Boschi cedui a regime	5.09	Castagno	423.57	44.60	16.37
54	Boschi cedui a regime	7.97	Castagno	1277.40	114.80	42.08

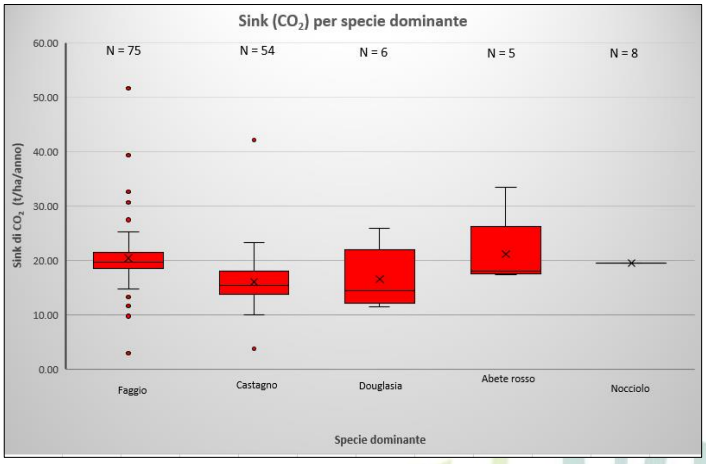
55	Popolamenti di conifere	8.07	Abete rosso	387.35	51.40	18.84
56	Boschi cedui a regime	6.66	Castagno	520.61	51.20	18.76
58	Boschi cedui a regime	7.51	Castagno	314.14	41.30	15.16
59	Boschi cedui a regime	12.72	Castagno	302.29	40.30	14.79
60	Boschi cedui a regime	6.05	Castagno	390.88	45.40	16.63
61	Popolamenti di conifere	4.48	Douglasia	544.13	34.10	12.51
62	Boschi cedui a regime	3.75	Faggio	329.32	50.60	18.56
63	Popolamenti di conifere	18.49	Douglasia	163.53	56.30	20.63
64	Boschi cedui a regime	8.48	Castagno	363.41	49.30	18.07
65	Popolamenti di conifere	5.07	Douglasia	575.62	44.00	16.12
67	Boschi cedui a regime	4.72	Castagno	411.44	43.10	15.81
68	Boschi cedui a regime	6.04	Castagno	448.00	48.60	17.82
69	Boschi cedui a regime	5.42	Castagno	432.87	46.00	16.86
70	Boschi cedui a regime	6.57	Castagno	458.52	50.80	18.63
72	Boschi cedui a regime	3.35	Castagno	342.82	37.40	13.71
73	Boschi cedui a regime	7.51	Nocciolo	309.56	53.00	19.45
74	Boschi cedui a regime	3.66	Castagno	362.46	38.70	14.17
75	Boschi cedui a regime	6.05	Castagno	448.30	48.70	17.84
76	Boschi cedui a regime	8.94	Castagno	490.55	60.70	22.26
77	Boschi cedui a regime	3.71	Castagno	365.63	38.90	14.26
10po	Boschi cedui a regime	4.44	Castagno	400.56	41.90	15.37
11c	Boschi cedui a regime	1.98	Castagno	178.00	31.60	11.60
11f	Fustaie	3.27	Castagno	336.65	37.00	13.58
12po	Boschi cedui a regime	3.43	Castagno	348.22	37.70	13.83
13po	Boschi cedui a regime	6.95	Castagno	465.15	52.40	19.21
14po	Boschi cedui a regime	4.84	Castagno	415.38	43.60	15.98
15po	Boschi cedui a regime	5.50	Castagno	435.20	46.40	17.00
16c	Boschi cedui a regime	8.75	Faggio	400.00	55.80	20.46
16r	Fustaie	1.89	Abete rosso	500.00	48.90	17.92
17c	Boschi cedui a regime	3.40	Castagno	345.79	37.60	13.77
17r	Fustaie	1.84	Abete rosso	500.00	48.70	17.85
18c	Boschi cedui a regime	3.22	Faggio	309.13	50.10	18.37
18f	Fustaie	1.61	Faggio	165.49	48.40	17.76
18l	incolti	2.03	Nocciolo	188.54	53.00	19.45
18r	Fustaie	5.97	Castagno	446.37	48.30	17.71
19c	Boschi cedui a regime	2.97	Faggio	297.05	49.80	18.27
19f	Fustaie	3.27	Faggio	342.97	51.20	18.77
19r	Fustaie	7.55	Castagno	474.18	54.90	20.12
1po	Boschi cedui a regime	5.04	Castagno	421.88	44.40	16.29
20c	Boschi cedui a regime	4.23	Castagno	391.68	41.00	15.04
20f	Fustaie	1.71	Castagno	115.51	30.50	11.20
21po	Boschi cedui a regime	7.48	Castagno	473.24	54.60	20.02
22l	incolti	4.65	Nocciolo	408.66	53.00	19.45
22r	Popolamenti di conifere	1.60	Douglasia	500.00	33.70	12.36
23po	Boschi cedui a regime	3.52	Castagno	354.33	38.10	13.97
24c	Boschi cedui a regime	6.22	Castagno	358.17	63.50	23.29
24e	Castagneti da frutto	0.90	Castagno	50.94	27.20	9.97
25po	Boschi cedui a regime	5.05	Faggio	239.53	40.10	14.69
26c	Boschi cedui a regime	2.31	Castagno	235.89	33.00	12.11
26e	Castagneti da frutto	2.59	Castagno	273.49	34.20	12.55
27po	Boschi cedui a regime	1.83	Castagno	145.10	31.00	11.37
28c	Boschi cedui a regime	8.09	Faggio	395.72	55.10	20.21
28l	incolti	4.64	Nocciolo	408.46	53.00	19.45
29po	Boschi cedui a regime	2.92	Castagno	307.97	35.60	13.05
2po	Boschi cedui a regime	3.73	Castagno	366.78	39.00	14.29
30po	Fustaie	6.10	Douglasia	463.31	31.10	11.40

31po	Boschi cedui a regime	8.16	Faggio	396.19	55.20	20.23
32po	Boschi cedui a regime	4.41	Nocciolo	238.07	53.00	19.45
33po	Boschi cedui a regime	4.85	Faggio	271.44	58.60	21.47
34po	Boschi cedui a regime	6.39	Faggio	337.34	41.50	15.20
35po	Boschi cedui a regime	4.34	Faggio	343.14	51.20	18.79
36po	Boschi cedui a regime	9.36	Faggio	360.60	59.40	21.78
37po	Boschi cedui a regime	4.30	Faggio	113.32	7.80	2.88
38po	Fustaie	7.53	Faggio	332.94	36.10	13.25
39c	Boschi cedui a regime	7.45	Faggio	390.81	54.50	19.97
39f	Fustaie	0.47	Faggio	144.09	47.20	17.32
3po	Boschi cedui a regime	3.79	Castagno	370.15	39.20	14.38
40po	Fustaie	5.03	Faggio	360.90	52.00	19.05
41po	Boschi cedui a regime	3.14	Faggio	305.26	50.00	18.33
42c	Fustaie	0.66	Faggio	144.09	47.40	17.40
42f	Fustaie	5.75	Faggio	372.44	52.70	19.32
43po	Boschi cedui a regime	9.65	Faggio	404.94	56.70	20.80
44po	Boschi cedui a regime	3.92	Faggio	334.64	50.80	18.63
45po	Boschi cedui a regime	13.04	Faggio	417.42	60.20	22.08
46po	Boschi cedui a regime	3.28	Faggio	311.69	50.10	18.39
47c	Fustaie	8.63	Faggio	489.25	58.40	21.41
47f	Fustaie	7.50	Faggio	391.17	54.50	19.98
48po	Fustaie	3.30	Faggio	312.61	50.20	18.40
49po	Fustaie	1.45	Faggio	295.91	48.30	17.70
4po	Castagneti da frutto	3.19	Castagno	331.00	36.70	13.46
50po	Boschi cedui a regime	3.99	Faggio	336.92	50.90	18.66
53d	Boschi cedui a regime	8.75	Castagno	488.63	59.90	21.97
53l	incolti	4.20	Nocciolo	390.29	53.00	19.45
57c	Boschi cedui a regime	3.99	Faggio	520.25	26.40	9.70
57f	Fustaie	1.93	Faggio	212.82	48.80	17.88
5c	Boschi cedui a regime	0.86	Castagno	50.94	27.00	9.89
5e	Castagneti da frutto	1.01	Castagno	50.94	27.60	10.13
66d	Boschi cedui a regime	7.44	Castagno	472.67	54.40	19.96
66l	incolti	2.64	Nocciolo	278.95	53.00	19.45
6c	Boschi cedui a regime	3.47	Castagno	350.75	37.90	13.89
6e	Castagneti da frutto	3.31	Castagno	339.72	37.20	13.64
71c	Boschi cedui a regime	7.19	Faggio	388.49	54.20	19.87
71l	incolti	1.24	Nocciolo	50.94	53.00	19.45
7po	Boschi cedui a regime	2.42	Castagno	92.72	10.10	3.70
8po	Boschi cedui a regime	4.73	Castagno	411.48	43.10	15.81
9po	Boschi cedui a regime	5.04	Castagno	387.87	47.60	17.44



Carta degli stock di Carbonio in t/ha (sinistra) e sink in t CO2/ha/anno (destra) nelle particelle delle Comunalie parmensi di Baselica e Pontolo





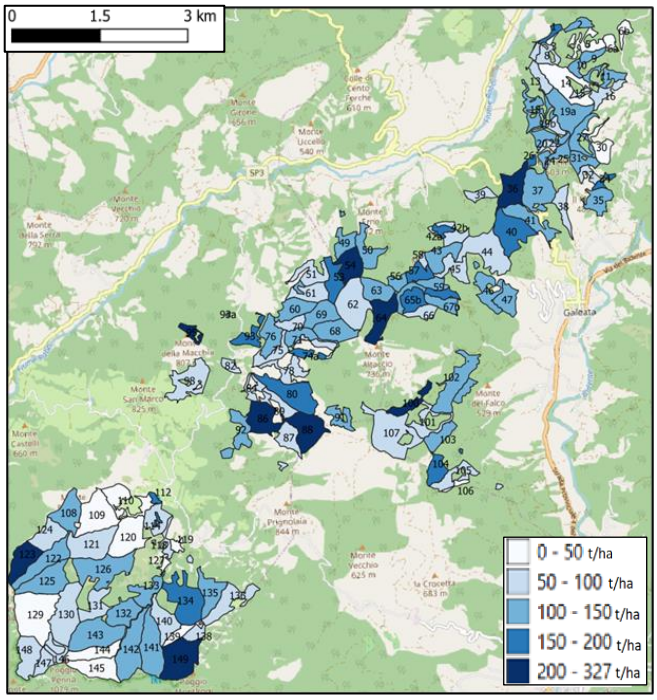
Boxplot degli stock di Carbonio in t/ha (sinistra) e sink in t CO2/ha/anno (destra) per tipo forestale nelle Comunalie di Baselica e Pontolo

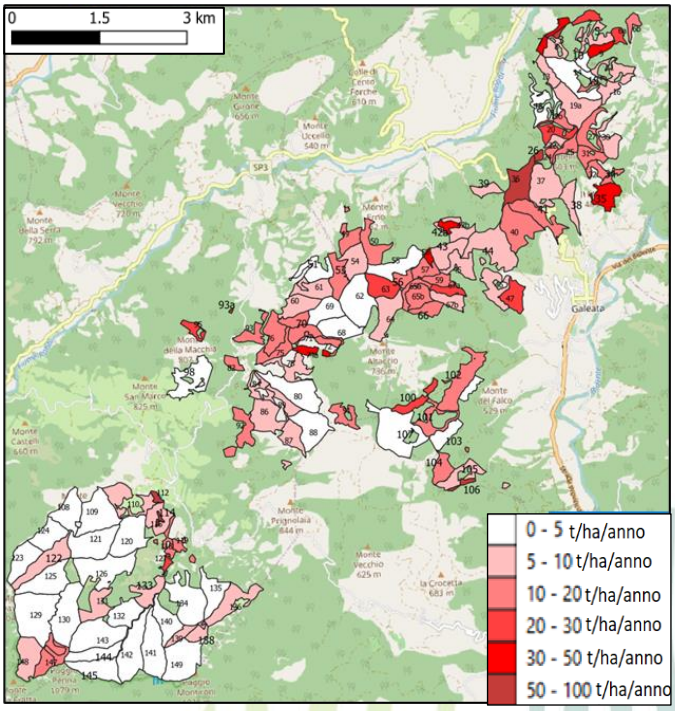
3. Complesso demaniale di Fantella-Galeata (FC)

Particella	Tipo di governo	Superficie boscata (ha)	Specie dominante	Stock C (t ha^{-1})	Sink 10 anni C (t ha^{-1})	CO2 anno^{-1} (t ha^{-1})
1	Cedui	3.72	Carpino nero	151.25	126.29	46.31
2	Cedui	5.79	Carpino nero	144.99	81.25	29.79
3	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	1.26	Roverella	24.96	140.75	51.61
5	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	12.00	Carpino nero	36.14	24.43	8.96
7	Fustaie transitorie e cedui in conversione	2.98	Carpino nero	94.70	122.73	45.00
8	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	8.52	Roverella	55.00	22.75	8.34
9	Cedui	5.92	Carpino nero	137.35	116.96	42.89
10	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	4.53	Roverella	103.00	13.05	4.79
11	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	10.42	Carpino nero	146.47	15.50	5.68
13	Fustaie transitorie e cedui in conversione	8.46	Carpino nero	90.92	28.08	10.30
14	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	27.74	Roverella	48.01	5.97	2.19
15	Fustaie di origine antropica	1.95	Pino nero di Villetta Barrea	87.21	35.06	12.86
16	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	9.74	Roverella	91.00	20.61	7.56
18	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	16.89	Carpino nero	108.65	12.39	4.54
20	Cedui	10.82	Carpino nero	137.96	82.80	30.36
22	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	3.82	Pino nero di Villetta Barrea	88.39	22.02	8.07
24	Fustaie di origine antropica	3.04	Pino nero di Villetta Barrea	147.12	37.42	13.72
25	Fustaie di origine antropica	6.78	Pino nero di Villetta Barrea	127.96	51.24	18.79
26	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	2.34	Pino nero di Villetta Barrea	189.99	182.44	66.89
27	Cedui	13.16	Roverella	102.20	31.70	11.63
30	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	11.85	Carpino nero	33.84	24.40	8.95
31	Cedui	9.67	Carpino nero	105.26	36.31	13.32
32	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	5.77	Carpino nero	68.72	39.10	14.34
34	Cedui	3.54	Carpino nero	169.07	32.11	11.77
35	Fustaie di origine antropica	14.07	Pino nero di Villetta Barrea	110.73	83.70	30.69
36	Fustaie di origine antropica	21.07	Abete rosso	247.02	181.89	66.69
37	Fustaie di origine antropica	28.42	Pino nero di Villetta Barrea	115.62	26.35	9.66
38	Fustaie di origine antropica	11.11	Pino nero di Villetta Barrea	84.67	27.76	10.18
39	Fustaie di origine antropica	7.01	Pino nero di Villetta Barrea	88.36	23.52	8.62
40	Fustaie di origine antropica	29.50	Pino nero di Villetta Barrea	190.61	35.45	13.00
41	Fustaie di origine antropica	18.18	Pino nero di Villetta Barrea	139.77	43.68	16.02
43	Fustaie di origine antropica	16.23	Pino nero di Villetta Barrea	103.48	22.72	8.33
44	Fustaie di origine antropica	34.74	Pino nero di Villetta Barrea	97.74	15.54	5.70
45	Fustaie di origine antropica	13.66	Pino nero di Villetta Barrea	95.23	15.98	5.86
46	Fustaie di origine antropica	16.79	Pino nero di Villetta Barrea	110.69	25.46	9.33
47	Fustaie di origine antropica	13.21	Pino nero di Villetta Barrea	143.50	59.35	21.76
49	Fustaie di origine antropica	10.99	Pino nero di Villetta Barrea	119.59	41.16	15.09
50	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	15.57	Pino nero di Villetta Barrea	120.44	29.22	10.71
51	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	15.09	Roverella	99.13	13.97	5.12
53	Fustaie di origine antropica	14.94	Pino nero di Villetta Barrea	185.10	42.65	15.64
54	Fustaie transitorie e cedui in conversione	17.66	Roverella	241.24	15.61	5.72
55	Fustaie transitorie e cedui in conversione	21.79	Roverella	327.23	13.75	5.04
56	Fustaie di origine antropica	6.18	Abete rosso	147.89	32.96	12.08
57	Fustaie di origine antropica	9.46	Pino nero di Villetta Barrea	183.72	44.81	16.43
58	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	2.37	Roverella	71.62	92.61	33.96
59	Fustaie transitorie e cedui in conversione	7.76	Carpino nero	134.65	29.64	10.87
60	Fustaie di origine antropica	18.04	Pino nero di Villetta Barrea	110.69	23.69	8.69
61	Cedui	14.93	Carpino nero	61.14	22.64	8.30

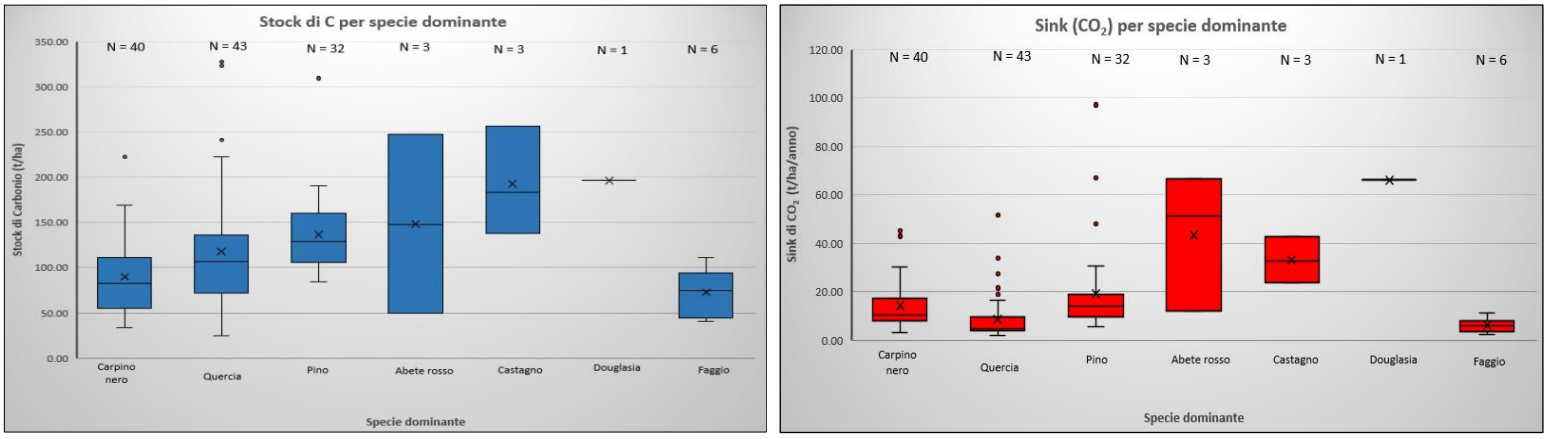
62	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	33.18	Carpino nero	58.74	10.19	3.74
63	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	15.60	Carpino nero	131.52	66.99	24.56
64	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	21.06	Carpino nero	222.14	22.14	8.12
66	Cedui	8.18	Carpino nero	90.60	40.74	14.94
68	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	19.48	Roverella	108.45	10.74	3.94
69	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	16.85	Roverella	110.69	12.70	4.66
70	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	7.98	Pino nero di Villetta Barrea	86.75	45.11	16.54
71	Fustaie transitorie e cedui in conversione	11.32	Carpino nero	110.69	37.16	13.63
72	Fustaie transitorie e cedui in conversione	6.37	Carpino nero	52.13	49.05	17.99
75	Cedui	11.04	Carpino nero	98.17	36.14	13.25
76	Fustaie di origine antropica	15.77	Pino nero di Villetta Barrea	129.62	30.50	11.18
78	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	13.85	Carpino nero	70.70	25.56	9.37
80	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	30.91	Roverella	163.93	7.03	2.58
82	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	4.79	Roverella	76.94	45.35	16.63
84	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	9.18	Roverella	81.93	22.96	8.42
86	Fustaie di origine antropica	22.57	Pino strobo	309.13	23.23	8.52
87	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	14.47	Carpino nero	80.24	25.60	9.39
88	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	25.71	Roverella	322.96	11.08	4.06
89	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	8.10	Roverella	72.33	25.49	9.35
91	Fustaie transitorie e cedui in conversione	10.11	Carpino nero	110.90	41.52	15.22
92	Fustaie di origine antropica	15.85	Pino nero di Villetta Barrea	119.96	29.00	10.63
93	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	10.06	Pino nero di Villetta Barrea	163.02	54.60	20.02
95	Fustaie transitorie e cedui in conversione	5.60	Cerro	222.47	58.54	21.47
98	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	25.63	Roverella	62.49	7.22	2.65
100	Fustaie transitorie e cedui in conversione	10.17	Castagno	256.07	64.72	23.73
101	Fustaie transitorie e cedui in conversione	12.56	Carpino nero	82.82	29.75	10.91
102	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	28.18	Roverella	106.56	31.14	11.42
103	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	17.47	Roverella	110.43	12.19	4.47
104	Fustaie di origine antropica	11.87	Pino nero di Villetta Barrea	155.17	46.57	17.08
105	Cedui	14.07	Carpino nero	70.35	25.12	9.21
106	Fustaie di origine antropica	2.41	Abete rosso	49.22	139.14	51.02
107	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	43.54	Carpino nero	86.71	8.88	3.26
108	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	20.89	Roverella	135.65	10.50	3.85
109	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	31.91	Carpino nero	38.23	9.49	3.48
110	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	19.47	Carpino nero	39.54	15.55	5.70
112	Fustaie di origine antropica	2.05	Pino nero di Villetta Barrea	151.75	264.57	97.01
114	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	14.53	Carpino nero	53.00	22.28	8.17
115	Fustaie di origine antropica	1.21	Douglasia	196.26	180.00	66.00
118	Cedui	6.80	Roverella	74.99	31.00	11.37
119	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	3.48	Roverella	28.20	51.26	18.80
120	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	30.03	Carpino nero	47.30	10.59	3.88
121	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	31.58	Carpino nero	53.15	10.40	3.81
122	Fustaie transitorie e cedui in conversione	24.72	Faggio	111.01	18.97	6.96
123	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	19.91	Roverella	205.61	12.68	4.65
124	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	18.18	Roverella	94.30	11.24	4.12
125	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	28.40	Roverella	129.97	7.32	2.69
126	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	36.16	Roverella	129.22	5.57	2.04
127	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	2.51	Roverella	37.28	74.78	27.42
129	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	46.34	Faggio	40.92	6.80	2.49
130	Fustaie transitorie e cedui in conversione	35.91	Faggio	73.64	10.77	3.95
131	Fustaie transitorie e cedui in conversione	16.71	Carpino nero	70.50	21.24	7.79
132	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	18.73	Roverella	103.63	11.10	4.07

133	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	13.75	Roverella	118.14	16.25	5.96
134	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	34.63	Roverella	196.21	6.45	2.37
135	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	19.19	Roverella	138.49	11.64	4.27
136	Fustaie transitorie e cedui in conversione	22.29	Carpino nero	73.24	16.21	5.94
138	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	7.17	Roverella	59.03	27.68	10.15
139	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	7.28	Roverella	42.72	25.65	9.41
140	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	18.18	Roverella	79.78	10.86	3.98
141	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	31.64	Roverella	130.91	6.49	2.38
142	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	33.47	Roverella	141.18	6.19	2.27
143	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	34.91	Roverella	121.27	5.72	2.10
144	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	16.27	Roverella	49.65	11.33	4.15
145	Fustaie transitorie e cedui in conversione	22.21	Faggio	45.15	14.60	5.35
146	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	6.05	Carpino nero	65.68	55.38	20.31
147	Fustaie transitorie e cedui in conversione	13.59	Faggio	88.65	30.89	11.33
148	Fustaie transitorie e cedui in conversione	22.07	Faggio	76.28	17.79	6.52
149	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	34.34	Roverella	220.98	6.74	2.47
19a	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	27.21	Roverella	111.93	24.70	9.06
19b	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	4.93	Carpino nero	82.36	43.25	15.86
42a	Fustaie di origine antropica	4.33	Pino silvestre	160.18	130.83	47.97
42b	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	11.27	Carpino nero	95.33	22.52	8.26
65a	Fustaie di origine antropica	6.20	Pino nero di Villetta Barrea	129.29	38.53	14.13
65b	Fustaie di origine antropica	12.91	Pino nero di Villetta Barrea	159.56	51.17	18.76
67a	Fustaie di origine antropica	6.82	Pino nero di Villetta Barrea	165.79	64.41	23.62
67b	Fustaie di origine antropica	10.46	Roverella	108.37	19.05	6.99
6a	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	4.38	Carpino nero	45.62	66.96	24.55
6b	Boschi di protezione e/o in ricostituzione	5.33	Carpino nero	42.96	55.04	20.18
74a	Cedui	5.60	Castagno	183.11	88.67	32.51
93a	Cedui	0.29	Castagno	137.68	116.50	42.72





Carte degli stock di Carbonio in t/ha (sinistra) e sink in t CO2/ha/anno (destra) nelle particelle del Complesso demaniale Fantella-Galeata



Boxplot degli stock di Carbonio in t/ha (sinistra) e sink in t CO2/ha/anno (destra) per tipo forestale nel Complesso Demaniale Fantella-Galeata

Bibliografia

Piano di gestione Forestale per la Foresta regionale di Fusine (UD) valido per gli anni 2021-2035 e redatto dal dott. For. Alessio De Crignis in data giugno 2020

Piani di Assestamento forestale delle Comunalie di Baselica e Pontolo (PR), validi rispettivamente per i periodi 2004-2014 e 2010-2020 e redatti dai dott. For. Antonio Mortali e Miriam Taburoni

Piano d'Assestamento Forestale del complesso demaniale "Fantella-Galeata" (FC) valido per il periodo 2018-2032, redatto da Studio Verde srl, Studio Silva srl e DREAM coop.

Tabacchi, G., Di Cosmo, L., Gasparini, P., & Morelli, S. (2011). Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento. 412 pp. Trento: Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unita di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (in Italian).

Vitullo, M., De Lauretis, R., & Federici, S. (2007). La contabilità del carbonio contenuto nelle foreste italiane. APAT, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici.