



UCSC Field Crops Group



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Confronto fra gestioni selvicolturali in boschi di Faggio (*Fagus sylvatica*)

Marcello Pilla

Dipartimento DI.PRO.VE.S

Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Piacenza

marcello.pilla@unicatt.it



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali



Gestione corrente: ceduo matricinato

Obiettivo: legna da ardere

Turno ordinario: 25-30 anni

Turno massimo: 45-50 anni

Capacità pollonifera: BASSA

30-50 anni = cedui invecchiati

>50 anni = cedui non più recuperabili



Numerosi cedui “fuori turno” (> 30 anni)

Stato di conservazione: INSODDISFACENTE

**Cause: spopolamento della montagna
abbandono culturale del bosco**

Conseguenze:

**invecchiamento degli alberi
degrado strutturale/schianti
fitopatie e rischio d’incendi**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

ANNO 2020

PROBLEMA:

Cedui di faggio soggetti ad abbandono culturale.

DOMANDA:

Qual è la migliore strategia gestionale per governare i boschi di faggio in via di invecchiamento?





Alternative gestionali:

- A. Mantenimento del governo a ceduo**
- B. Definitivo abbandono del ceduo**
- C. Conversione del ceduo all'alto fusto**
 - C.1 Fustaia *coetanea***
 - C.2 Fustaia *disetanea***



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK



LA SPERIMENTAZIONE



Life Cycle Assessment

LCA è una procedura per la valutazione degli

IMPATTI AMBIENTALI

di un prodotto, processo o servizio:

GESTIONE DEL BOSCO DI FAGGIO

- **attiva (tagli → legna da ardere, segati, chips)**
- **evoluzione naturale (non oggetto di taglio)**



Categoria d'impatto:

- **Cambiamento climatico (Global Warming)**

Operatività:

Bilancio di stoccaggio vs. emissioni del principale gas a effetto climalterante:

- **Anidride carbonica (CO₂)**

→ **BILANCIO DEL CARBONIO (Carbon Footprint)**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

LOCALIZZAZIONE

APPENNINO DELL'ALTA VAL NURE

**Consorzio Agro-forestale dei
“*Comunelli di Ferriere*”**

Forme di gestione:

- A. Governo a ceduo**
- B. Ceduo in abbandono**
- C. Conversione all'alto fusto**



Ricostruzione crono-sequenze:

- A.1 Ceduo giovane (3 anni) - Selva**
- A.2 Ceduo in maturazione (15 anni) - Pertuso**
- A.3 Ceduo maturo (30 anni) - San Gregorio**

- B.1 Ceduo invecchiato (60 anni) - Pertuso**
- B.2 Ceduo abbandonato (75 anni) - Torrio Retorto**

- C.1 Fustaia transitoria (65 anni) - Selva**

- + rif. Fustaia coetanea matura (105 anni) - V. Taro**



Intero ciclo di vita del C (dal bosco al prodotto)

Orizzonte temporale: 100 anni gestione forestale

Inventario (LCI) stoccaggio C *vs.* consumi:

- 1. serbatoi di carbonio biogenico (+)**
- 2. impatto cantieri di utilizzazione (-)**
- 3. impatto filiere produttive (-)**
- 4. ciclo di vita dei prodotti legnosi (+)**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK

1. SERBATOI DI CARBONIO



**5 comparti o “Carbon pools”
secondo indicazioni IPCC:**

- **biomassa epigea vivente**
- **biomassa ipogea vivente**
- **necromassa**
- **lettiera**
- **suolo**





Porzione epigea:

- Fusto da lavoro
- Rami principali
- Rami, rametti
- Cimale
- Foglie

Porzione ipogea:

- Radici grossolane
- Radici fini





Tipologie:

- **Snags (legno morto in piedi)**
- **Logs (legno morto caduto a terra)**
- **Fine wood debris (detrito legnoso fine)**





Tipologie:

- **Orizzonte OL (materiale caduto di recente)**
- **Orizzonte OF (materiale già frammentato)**
- **Orizzonte OH (materiale amorfo umificato)**





Operatività:

- **Classificazione con identificazione orizzonti**
- **Misurazioni densità apparente e pietrosità**
- **Carotaggi e prelievo campioni a varie profondità per successiva analisi:**
0-5 cm / 5-15 cm / 15-30 cm / 30-50 cm / >50 cm

LABORATORIO:

Determinazione di densità e contenuto in C dei campioni di legno fresco, morto, lettiera e suolo.



Analisi di laboratorio:

Legno fresco di faggio:

Densità = 0,58 ton/m³

Carbonio* = 49,8%

Necromassa:

Carbonio = 45,4-47,6%

*1 ton C = 3,67 ton CO₂





Lettiera OL:

Contenuto C = 40,1%

Lettiera OF:

Contenuto C = 30,1%

Lettiera OH:

Contenuto C = 23,4%

Suolo (0-30 cm):

Contenuto C = 3,9-1,4%



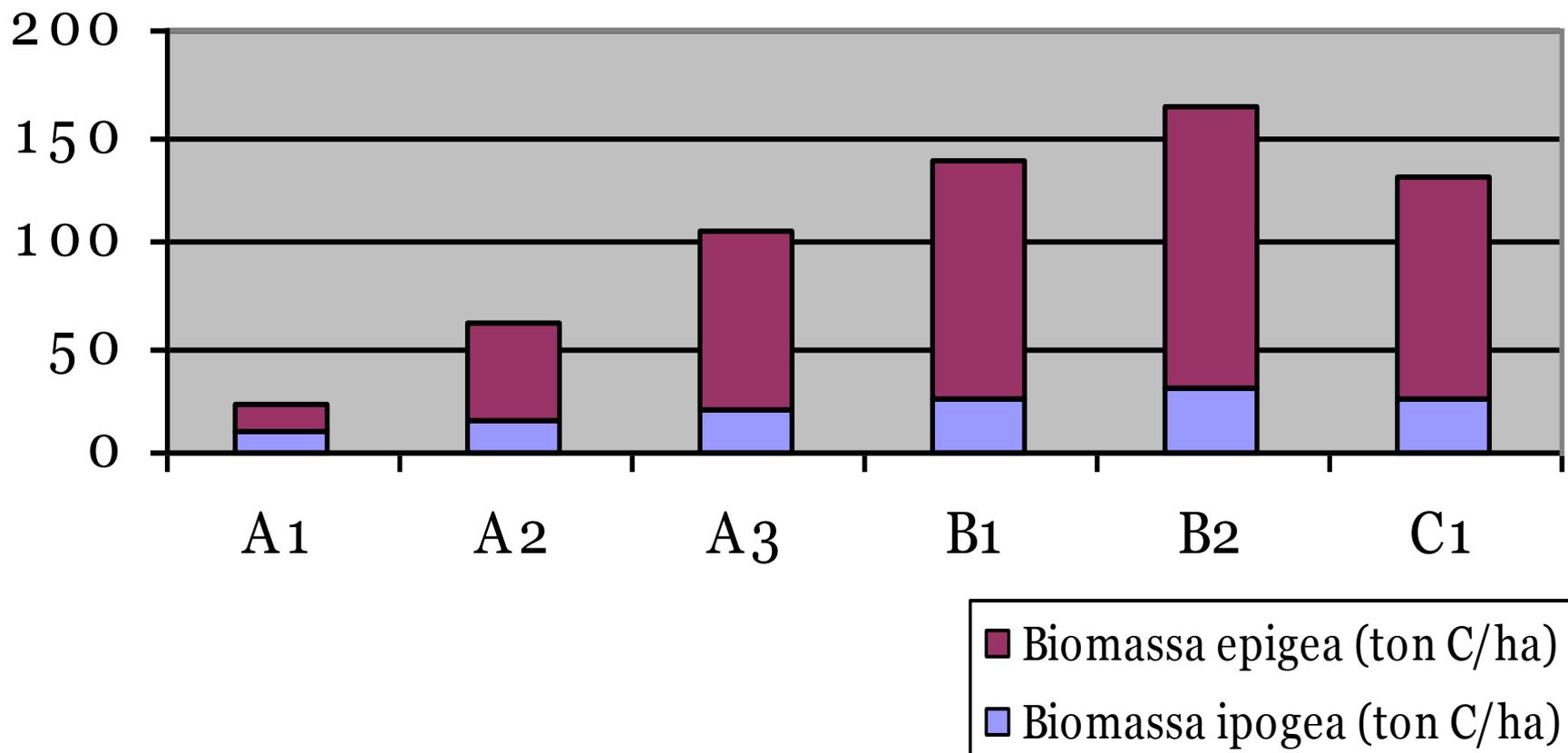


Biomassa vivente: cubatura dei volumi

<i>Area</i>	<i>Comunello</i>	<i>Volume epigeo (m³*ha⁻¹)</i>	<i>Volume ipogeo (m³*ha⁻¹)</i>	<i>Volume totale (m³*ha⁻¹)</i>
A1	Selva	46,62	37,04	83,66
A2	Pertuso	163,69	54,08	217,77
A3 (a,b,c)	San Gregorio	294,91	70,78	365,69
B1	Pertuso	387,63	93,03	480,66
B2	Torrio-Retorto	461,38	110,73	572,11
C1 (a,b)	Selva	363,41	87,22	450,63
Rif.	Boschetto (PR)	628,17	150,76	779,93



Biomassa vivente: serbatoio di C



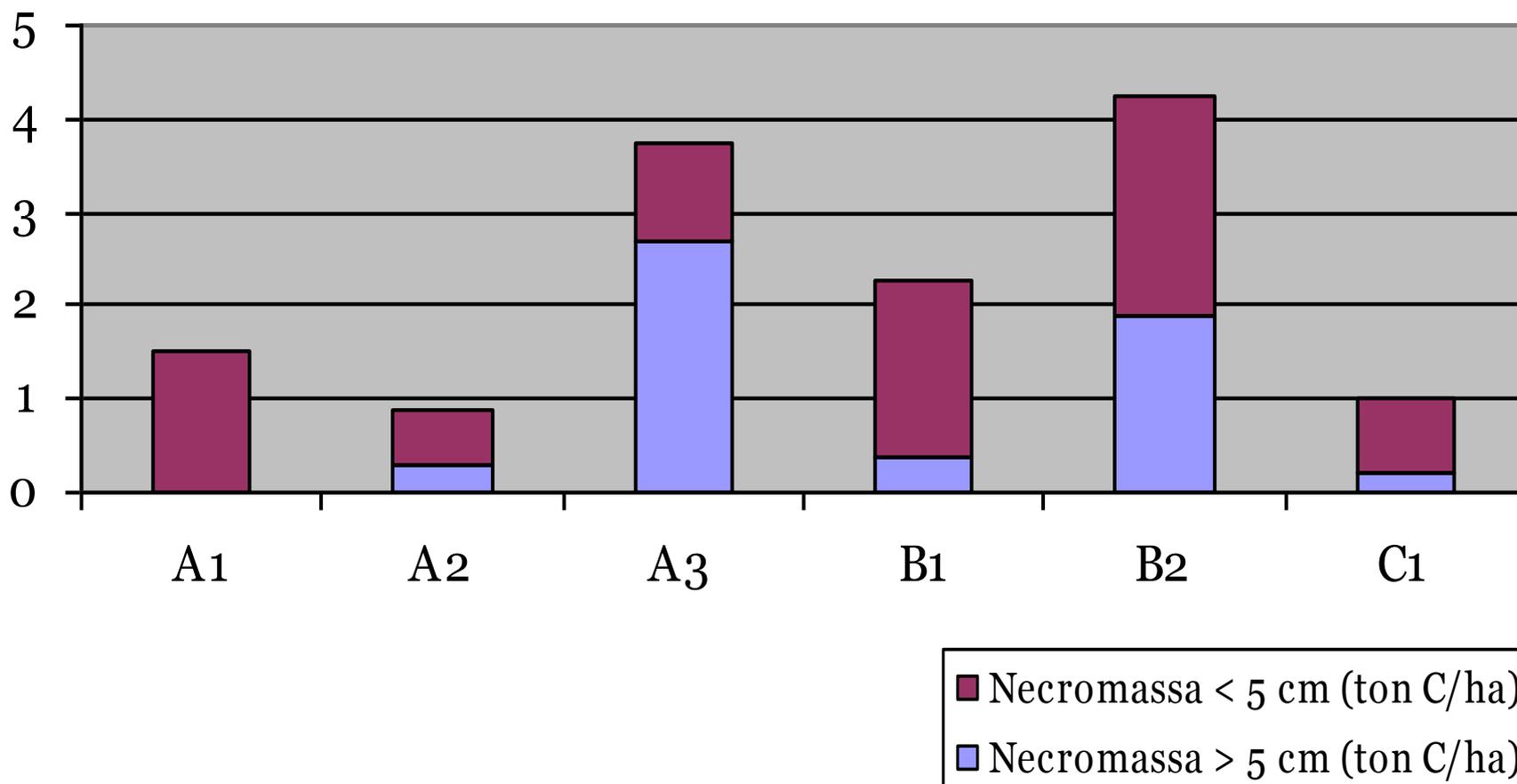


Necromassa: cubatura e pesatura

<i>Area</i>	<i>Comunello</i>	<i>Necromassa > 5 cm (ton*ha⁻¹)</i>	<i>Necromassa < 5 cm (ton*ha⁻¹)</i>	<i>Necromassa totale (ton*ha⁻¹)</i>
A1	Selva	0	3,35	3,35
A2	Pertuso	0,66	1,28	1,94
A3 (a,b,c)	San Gregorio	5,79	2,37	8,16
B1	Pertuso	0,78	4,23	5,01
B2	Torrio-Retorto	4,10	5,07	9,17
C1 (a,b)	Selva	0,40	1,89	2,29

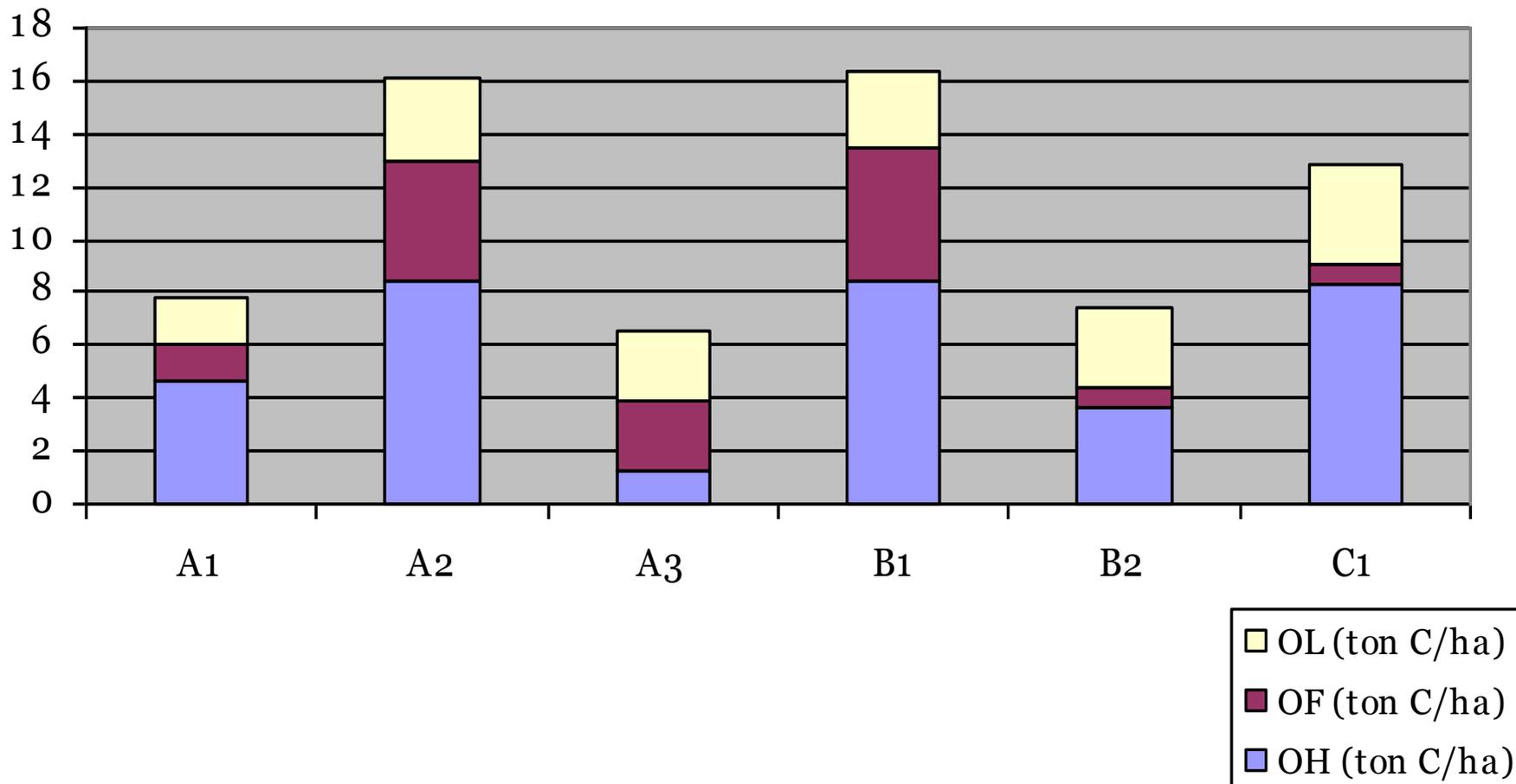


Necromassa: serbatoio di C





Letteria: serbatoio di C





Suolo forestale: serbatoio di C

Area	Ordine di suolo (orizzonti pedologici)	Profondità' orizzonte C (cm)	Scheletro (%)	C (%)			C (ton/ha)
				0-5 cm	5-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
A1	Entisuolo (A+C)	12,5	32,1	3,89	2,27	1,36	34,05
A2	Inceptisuolo (A+B+C)	30	42,8	4,00	1,71	1,23	21,11
A3	Entisuolo (A+C)	22,5	57,8	4,53	2,54	2,02	11,75
B1	Inceptisuolo (A+B+C)	25	53,0	3,94	2,29	1,08	12,89
B2	Inceptisuolo (A+B+C)	50	38,6	3,91	2,82	1,63	32,23
C1	Inceptisuolo (A+B+C)	37,5	47,2	3,18	2,31	1,23	13,33
Media	-	29,6	45,3	3,91	2,32	1,43	20,89



LIFE CYCLE ASSESSMENT

Steps operativi:

1. serbatoi di carbonio biogenico
- 2. impatto cantieri di utilizzazione**
3. impatto filiere produttive
4. ciclo di vita dei prodotti legnosi



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK

2. CANTIERI FORESTALI





Attività selvicolturali a confronto:

- A. ceduazione con rilascio di matricine**
- ~~B. evoluzione naturale bosco ceduo~~**
- C. tagli di avviamento all'alto fusto**





Fattori di valutazione:

- consumo di combustibili e lubrificanti fossili
- logorio di macchinari e attrezzature impiegate
- prelievo di prodotti legnosi

Dati rilevati:

- macchinari utilizzati (trattori, verricello, escavat.)
- consumi orari, pesi e vita utile
- tempi di lavoro e itinerari percorsi
- quantità e tipologia di legname prodotto



Modalità di rilevazione:

1) Interviste e consultazione archivi presso:

- **Consorzio dei Comunelli di Ferriere**
- **Cooperative e imprese forestali**
- **Commercianti di legname**
- **Segheria Aschieri - De Pietri**

2) CANTIERE DIMOSTRATIVO - Selva di Ferriere



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

PARCELLA C₁





Fustaia transitoria di faggio (65 anni) già oggetto di 1[^] taglio di avviamento all'alto fusto (2005)

→ 2[^] taglio di conversione “irregolare”

Tecniche e finalità:

- **Tagli a piccole buche**
→ **DISETANEIZZAZIONE** fustaia transitoria
- **Diradamento selettivo**
→ **Miglioramento qualità della futura fustaia**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

PARCELLA C₁





Tagli “a piccole buche” (250 m² cad. - 11,25%)

<i>diametro</i>	<i>N°</i>	<i>V unitario (m³)</i>	<i>V totale (m³)</i>
16	4	0,190	0,791
18	3	0,252	0,756
19	3	0,286	0,857
20	4	0,322	1,288
22	1	0,403	0,403
24	1	0,494	0,494
26	1	0,595	0,595
28	1	0,707	0,707
29	1	0,767	0,767
35	1	1,186	1,186
Totale/ha	90	-	35,30



Diradamento selettivo (restante 88,75%)

<i>diametro</i>	<i>N°</i>	<i>V unitario (m³)</i>	<i>V totale (m³)</i>
8	1	0,038	0,038
10	1	0,063	0,063
11	1	0,078	0,079
12	3	0,097	0,290
13	1	0,116	0,116
14	2	0,139	0,277
15	4	0,164	0,655
<i>Totale/a.d.s.</i>	13	-	1,518
Totale/ha	259	-	30,27



PRODOTTI LEGNOSI

Ceduo:

<i>Parametri dendrometrici</i>		<i>Destinazioni commerciali</i>		
Provvigione media ceduo	290 mc/ha	Segheria	-	-
Percentuale di utilizzazione	86%	Legna da ardere	90%	2135 q.li/ha
Legname complessivo ritratto dal taglio	250 mc/ha (2375 q.li/ha)	Residui in bosco	10%	240 q.li/ha

1[^] taglio regolare:

<i>Parametri dendrometrici</i>		<i>Destinazioni commerciali</i>		
Provvigione media ceduo invecchiato	385 mc/ha	Segheria	-	-
Percentuale di utilizzazione	28,5%	Legna da ardere	95%	990 q.li/ha
Legname complessivo ritratto dal taglio	110 mc/ha (712,5 q.li/ha)	Residui in bosco	5%	55 q.li/ha

2[^] taglio irregolare:

<i>Parametri dendrometrici</i>		<i>Destinazioni commerciali</i>		
Provvigione media fustaia transitoria	350 mc/ha	Segheria	52%	320 q.li/ha
Percentuale di utilizzazione	18,7%	Legna da ardere	43%	270 q.li/ha
Legname complessivo ritratto dal taglio	65 mc/ha (620 q.li/ha)	Residui in bosco	5%	30 q.li/ha



LIFE CYCLE ASSESSMENT

Steps operativi:

1. serbatoi di carbonio biogenico
2. impatto cantieri di utilizzazione
- 3. impatto filiere produttive**
4. ciclo di vita dei prodotti legnosi



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK

3. FILIERE PRODUTTIVE





Filiere a base di faggio:

- **legna da ardere (abitazioni, pizzerie)**
- **tronchi da lavoro (segheria per pallets e arredo)**
- **biomasse a destinazione energetica (cippato)**

Fasi analizzate:

- **trasporto della materia prima**
- **trasformazione artigianale o industriale**
- **consegna del prodotto finito**



Trasformata e commercializzata in loco

Caratteristiche della legna di faggio:

- **umidità media legno fresco = 42%**
- **potere calorifico inferiore = 18,75 MJ/Kg**
- **ceneri alla combustione \approx 1%**
- **combustione regolare, senza scoppi**
- **resa termica in stufa a legna \approx 70%**

→ **energia prodotta = 2,1 MWh_t/ton fresca**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

LEGNA DA ARDERE





Caratteristiche legname (Aschieri - De Pietri):

- Lunghezza topi = 210 cm
- Diametro minimo in punta = 15 cm

Utilizzo per E-PAL (bancali)

- dimensioni = 800 x 1200 x 144 mm
- peso = 15-25 kg - capacità di carico = 1500 kg

Rese di trasformazione:

- Listelli = 50% - Sfridi = 30% - Segatura = 20%



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

SEGHERIA





Caratteristiche degli sfridi di faggio:

- **umidità media = 42-45%**
- **potere calorifico inferiore = 17,5 MJ/Kg**
- **ceneri alla combustione \approx 3%**

Resa della combustione:

- **centrale termica a biomasse \approx 70%**
→ **energia prodotta = 1,9 MWh_t/ton_{fresca}**
- **centrale elettrica a biomasse \approx 27%**
→ **energia prodotta = 0,8 MWh_{el}/ton_{fresca}**



Prodotti legnosi e rispettiva allocazione:

<i>Gestione forestale</i>	<i>Legname prodotto</i>	<i>Destinazione del legname (%)</i>				
	m³/ha	Segati	Combustibile	Elettricità	Compost	Residui
Ceduo matricinato	500	-	90	-	-	10
Ceduo abbandonato	-	-	-	-	-	-
Ceduo in conversione	175	10	76	5	4	5



Consumi di cantieri e filiere forestali:

<i>Gestione forestale</i>	<i>Utilizzo di energia da fonti fossili</i>				<i>Utilizzo di materiali non rinnovabili</i>
	Gasolio (kg/ha)	Olio motore (kg/ha)	Trasporti (km/ha)	Elettricità (MWh/ha)	Metalli, plastiche, ecc. (kg/ha)
Ceduo matricinato	5290	112	5000	-	331,6
Ceduo abbandonato	-	-	-	-	-
Ceduo in conversione	1858	35	2335	1,05	184,9



LIFE CYCLE ASSESSMENT

Steps operativi:

1. serbatoi di carbonio biogenico
2. impatto cantieri di utilizzazione
3. impatto filiere produttive
4. **ciclo di vita dei prodotti legnosi**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK



4. CICLO DI VITA





Durata dei principali prodotti a base di faggio:

- **Legna da ardere** < 1 ANNO
- **Biomasse a destinazione energetica** < 1 ANNO
- **Legname per pallets** ≈ 4-5 ANNI
- **Legname per arredo (sedie, pavimenti, ecc.)** > 30 ANNI

→ possibilità' di stoccaggio di carbonio biogenico

FUORI-FORESTA



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK

→ **BILANCIO FINALE C**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK

Obiettivo della ricerca:

migliore strategia gestionale per boschi di faggio
in via di progressivo invecchiamento

Base di lavoro:

Stato di fatto al 2020 = Boschi con età ~ 75 anni

Ipotesi scientifica:

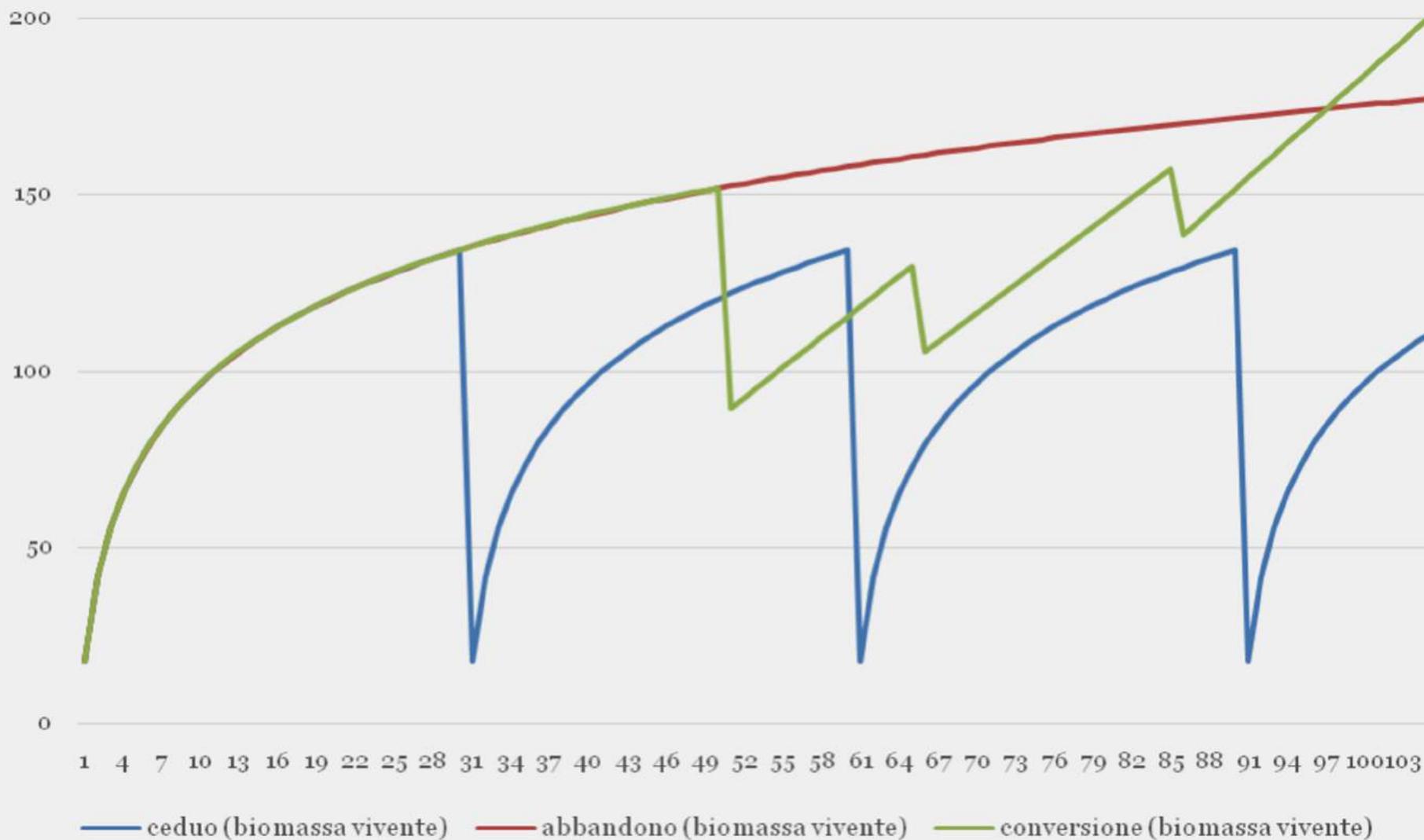
Previsione della situazione a 100 anni

PROIEZIONI AL 2050



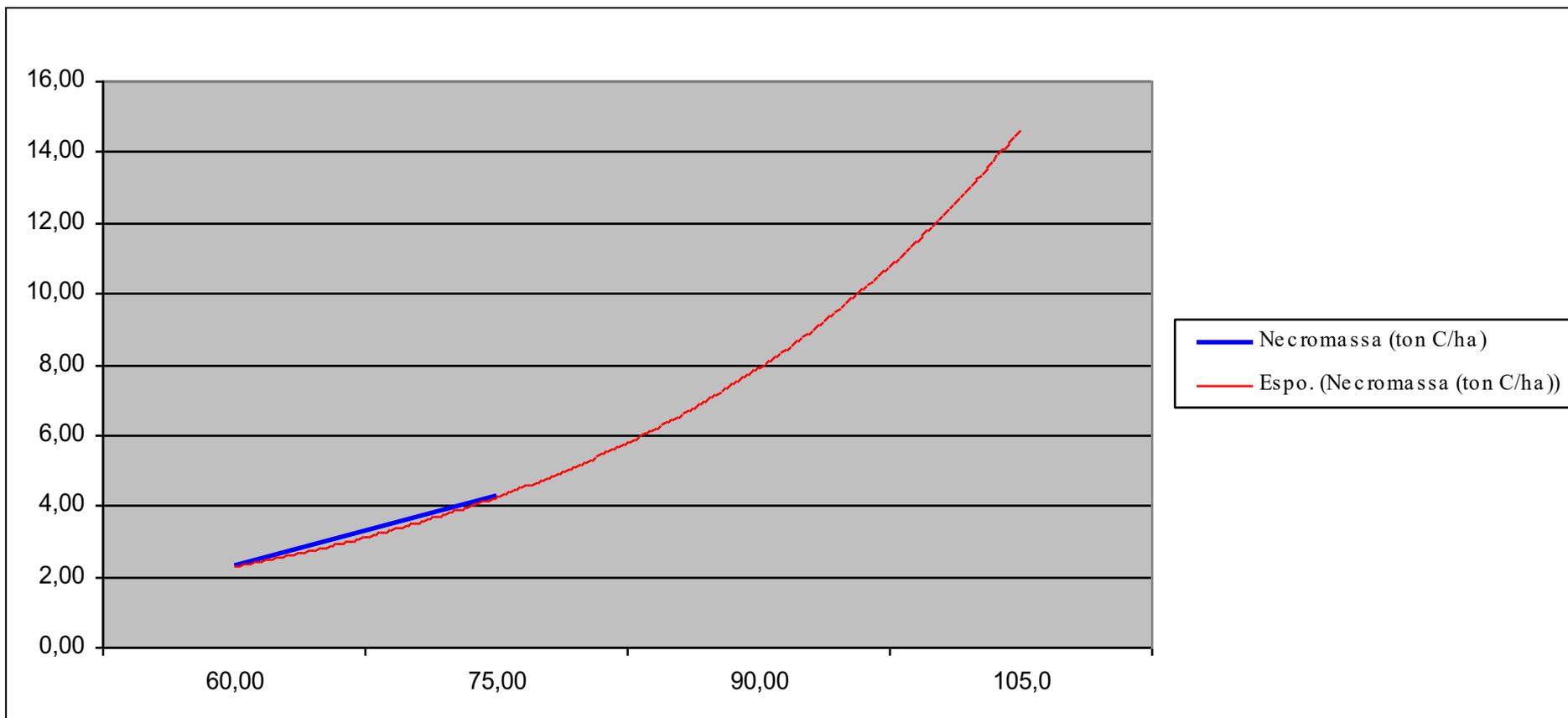
UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

BIOMASSA VIVENTE

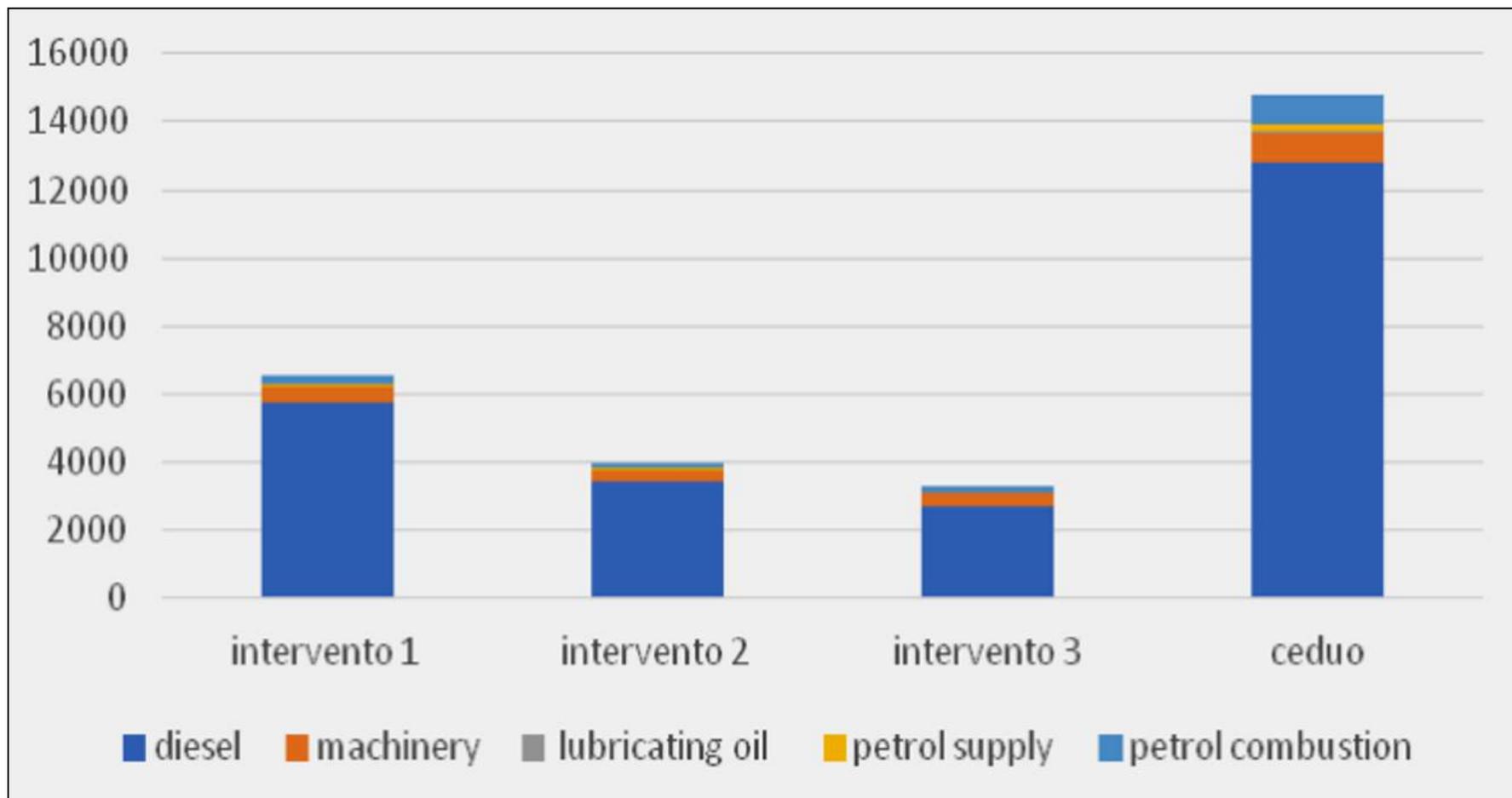




NECROMASSA



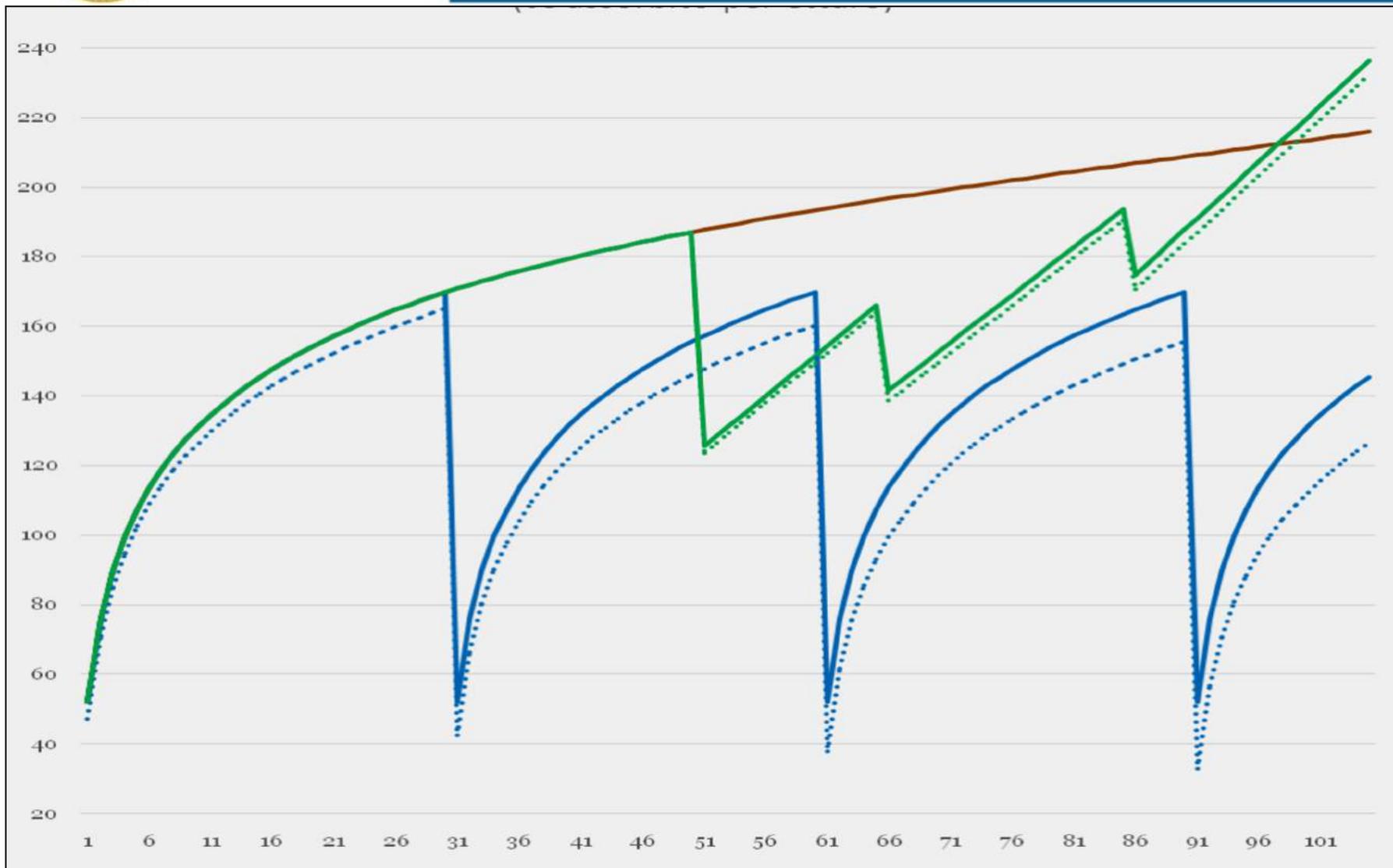
Evoluzione nel ceduo abbandonato (ton C ha⁻¹)



Consumi di cantieri e filiere forestali (kg C ha⁻¹)



STOCK C - EMISSIONI



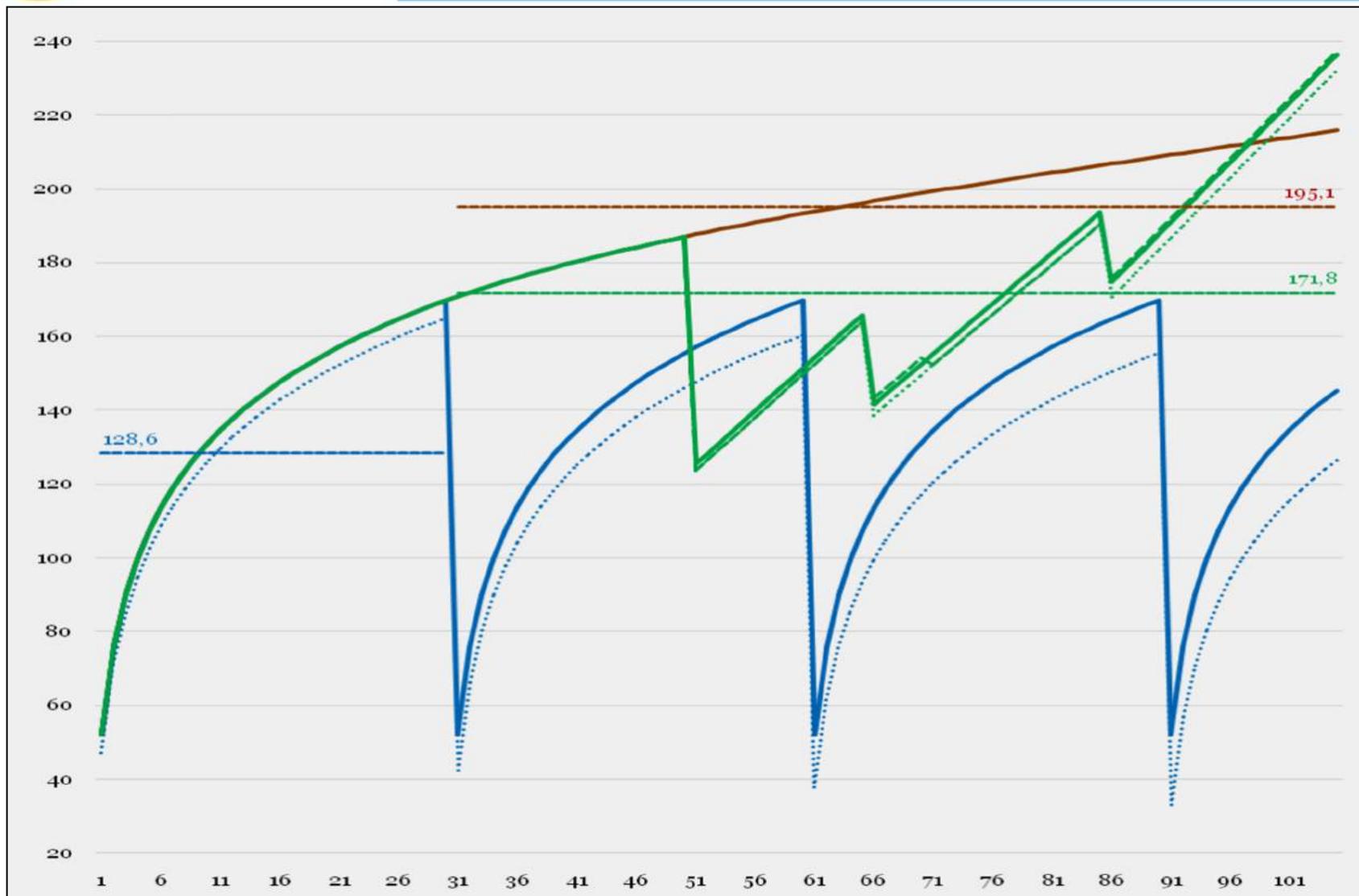


...da processo di conversione all'alto fusto:

<i>Intervento</i>	<i>Prelievo</i>	<i>Destinazioni commerciali</i>			<i>Prodotti finali</i>	
2° taglio “irregolare” di conversione	65 m³/ha	Segheria	52%	320 q.li/ha	Bancali	160 q.li/ha
3° taglio “irregolare” di conversione	55 m³/ha	Segheria	70%	365 q.li/ha	Arredi	180 q.li/ha



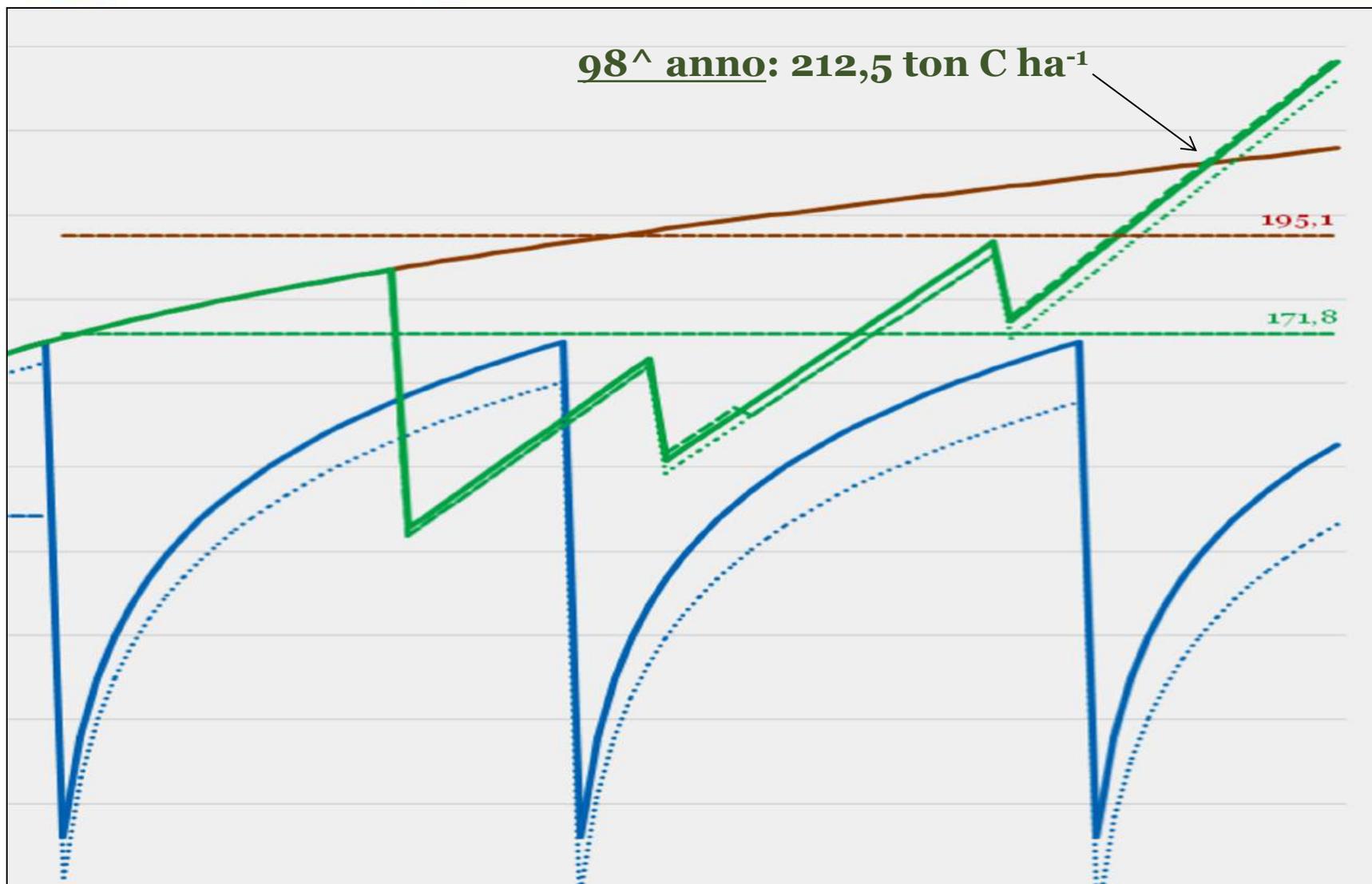
STOCK C + PRODOTTI





BILANCIO FINALE

98[^] anno: 212,5 ton C ha⁻¹





UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK



CONCLUSIONI



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

FARMCO₂SINK

Anno 2020

DOMANDA:

**Qual è la migliore strategia gestionale
per governare i boschi di faggio in via di
progressivo invecchiamento?**



Opzione **meno favorevole** in termini di bilancio netto del C, a causa delle elevate emissioni di filiera e della vita utile molto breve dei prodotti (legna da ardere).

Rivalutabile quale alternativa a “km 0” vs. utilizzo di combustibili di origine fossile in situazioni prive di reti pubbliche e servizi di fornitura municipalizzati.

Suggerita solo su piccola scala, con il vantaggio di favorire la **biodiversità**.



L'**abbandono del ceduo** pare la gestione più favorevole (accumulo medio C superiore nei primi 100 anni).

Il ceduo abbandonato, tuttavia, mostra un livello di **necromassa** molto elevato e un ridotto ritmo di accumulo di carbonio.

Timori per uno stoccaggio stabile del C accumulato anche oltre il 100° anno di età e per crescenti **disservizi ecosistemici** (fitopatie, dissesto, incendi, ecc.).



LUNGO TERMINE

La **conversione del ceduo** all'alto fusto risulta la soluzione più favorevole (stoccaggio di C > ceduo abbandonato a partire **dal 98° anno**).

La fustaia di faggio si propone quale **ecosistema molto stabile**, in grado di conservare a lungo il carbonio biogenico.

La scelta di **disetaneizzare** gradualmente la futura fustaia riduce le fluttuazioni del C nel tempo e ne aumenta la resilienza alle avversità biotiche e abiotiche.



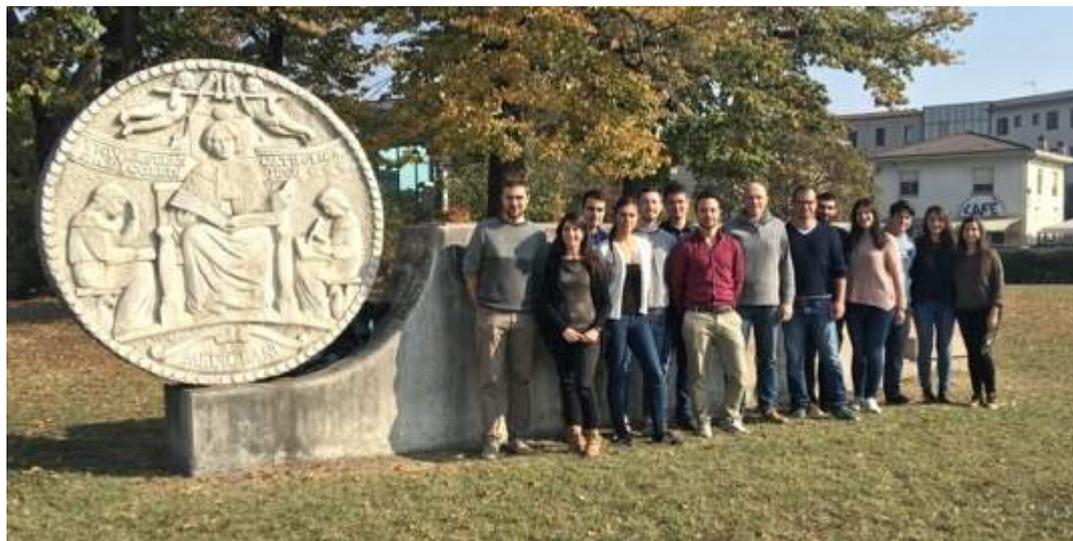
- la conversione a **fustaia disetanea** rappresenta la migliore soluzione selvicolturale per la gestione dei cedui di faggio dell'appennino emiliano-romagnolo
- una gestione razionale delle faggete assicura lo **stoccaggio consistente e durevole di carbonio** in boschi e prodotti legnosi dalla vita utile lunga



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



UCSC Field Crops Group



Developing sustainable solutions for healthy agroecosystems



youtube



facebook



twitter



instagram



pinterest