

# **Il termine metabolico**

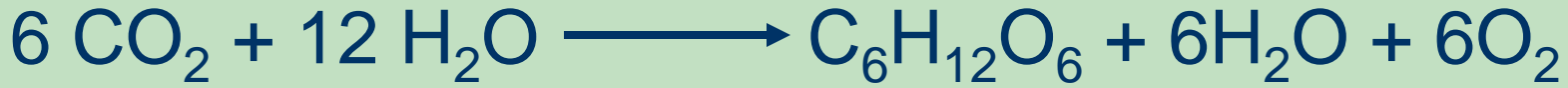
**Donatella Spano**

**Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei**

**Università di Sassari**

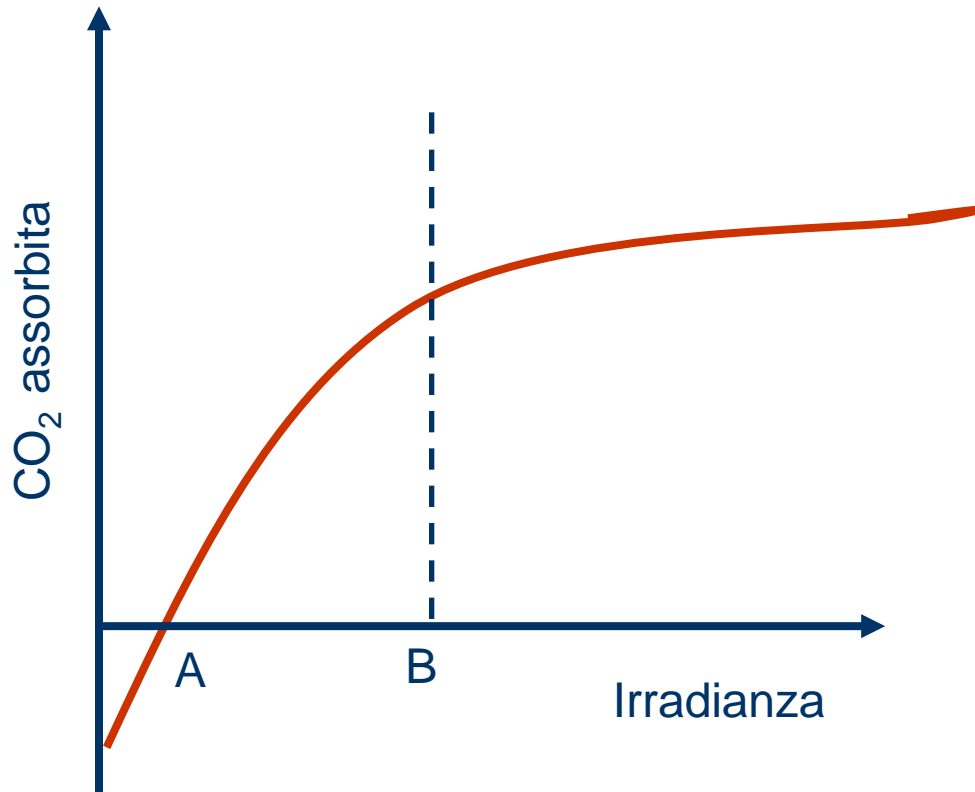
**spano@uniss.it**

# Fotosintesi



Radiazione solare

Pigmenti



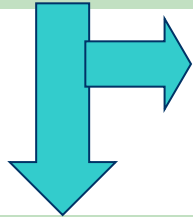
**Curva di risposta  
dell'attività  
fotosintetica  
a un incremento di  
radiazione**

# Meccanismi fotosintetici

- Specie **C3**: regioni temperate, < WUE, produttività media circa  $40 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$
- Specie **C4**: regioni tropicali, > WUE, produttività media circa  $60\text{-}80 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$
- Specie **CAM**: regioni aride, > WUE, produttività media bassa

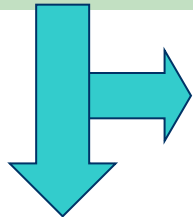
# Livello fogliare

Fotosintesi lorda



Respirazione organi verdi

Fotosintesi netta



Respirazione organi non fotosintetizzanti

**Produzione primaria netta**

# **Livello di Ecosistema**

# Produzione Primaria Lorda (GPP) Gross Primary Production ( $\text{gC m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ )



**Somma dell'attività fotosintetica di tutte le foglie**

**Stimata da modelli di simulazione, da satellite**

**Differenze nella GPP degli ecosistemi dipendono dall'indice di area fogliare (LAI), durata della stagione fotosintetica, e controllo delle variabili ambientali**

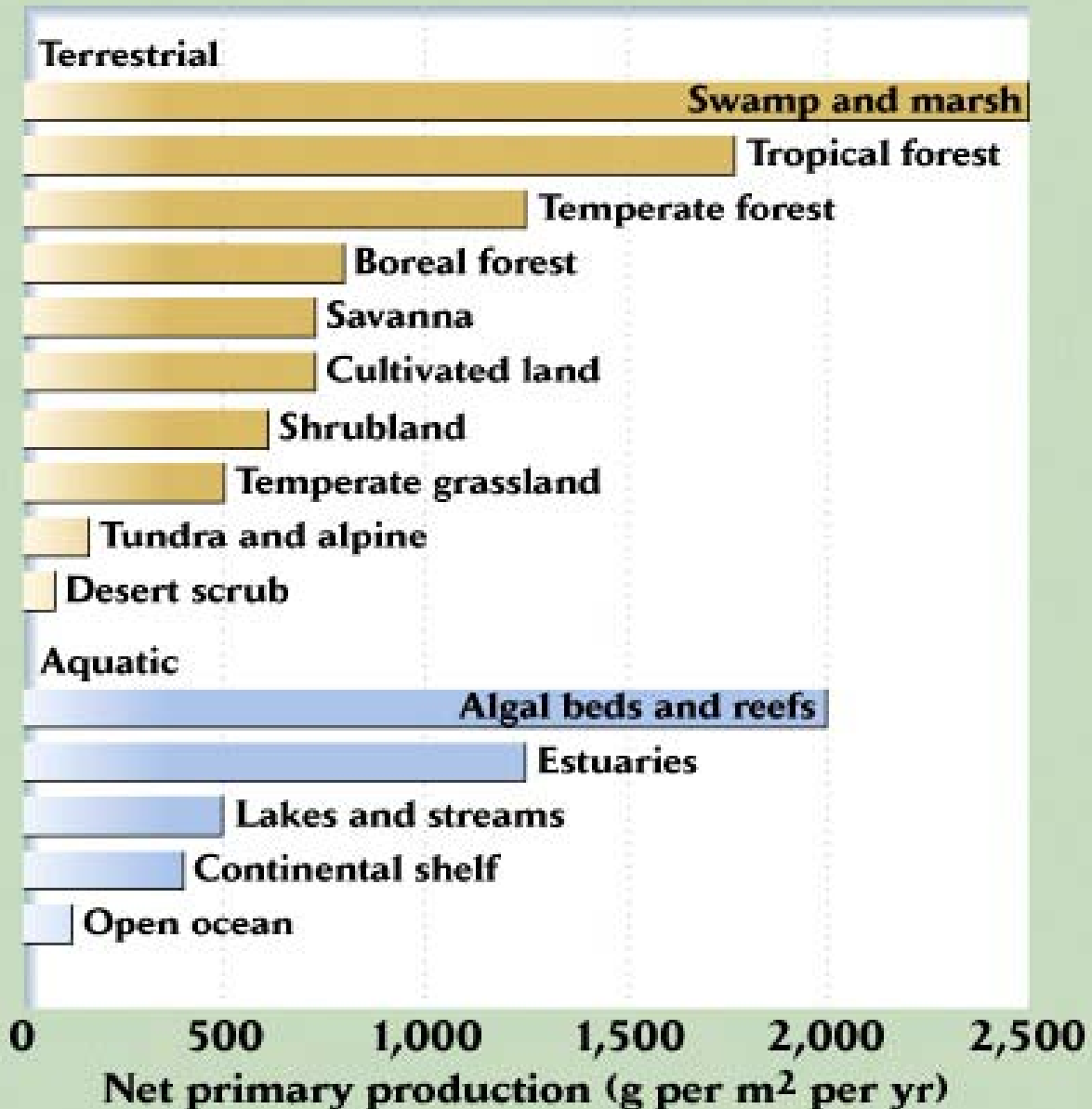
$$\text{GPP} - R_{\text{piante}} =$$

**Net Primary Production (NPP)**

**o**

**Produzione Primaria Netta**

# Produzione Primaria Netta

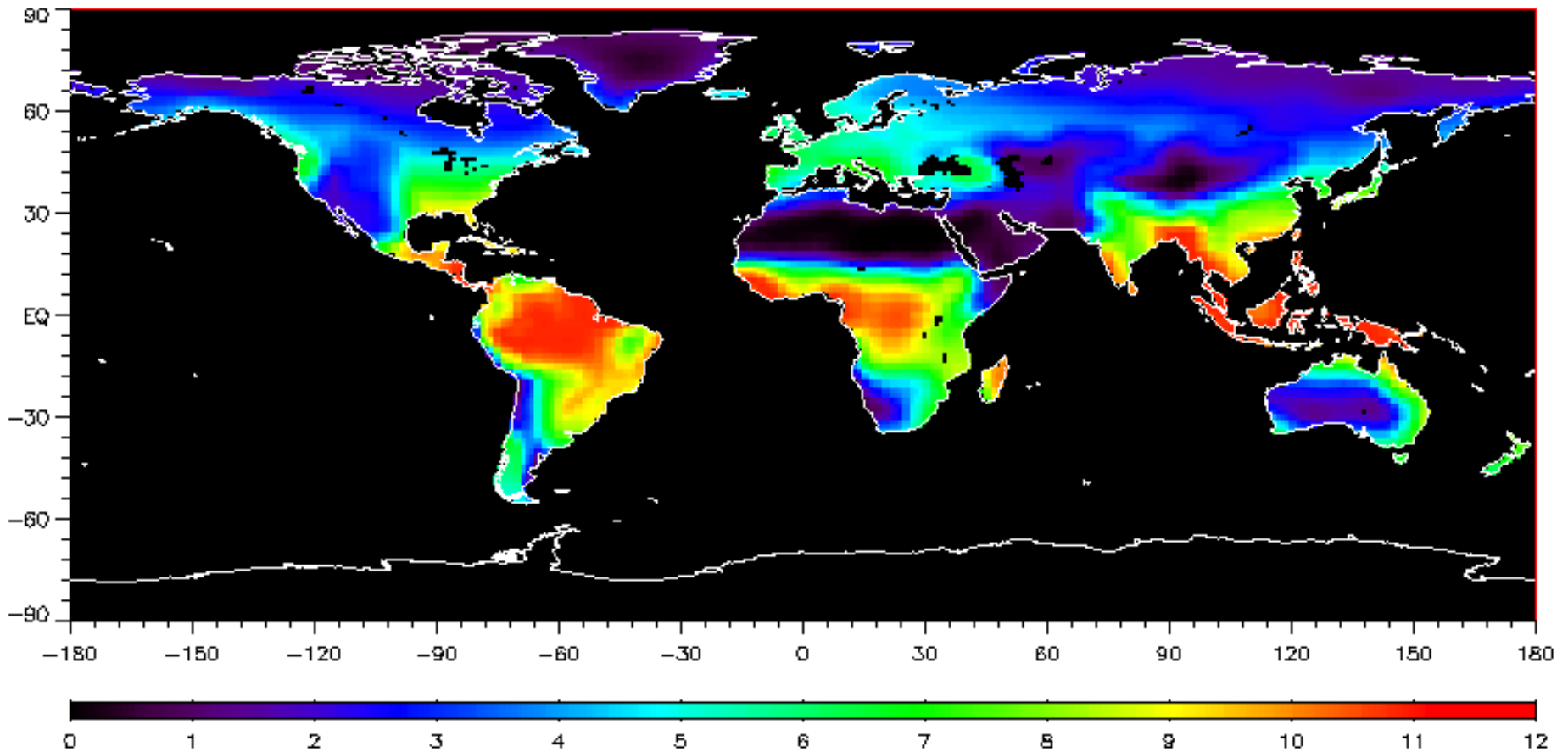




# Differenze fra i biomi in NPP

- **Durata della stagione di crescita**
- **Disponibilità delle risorse: suolo, clima**
- **Disturbi che modificano la NPP**

# Produzione Primaria Netta Potenziale



Mg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>

**GPP accumulata negli ecosistemi ritorna all'atmosfera attraverso la respirazione (R), le alterazioni (F) o il trasporto ad altri ecosistemi**

**$GPP - R_{\text{piante}} =$  Net Primary Production  
Produzione Primaria Netta**

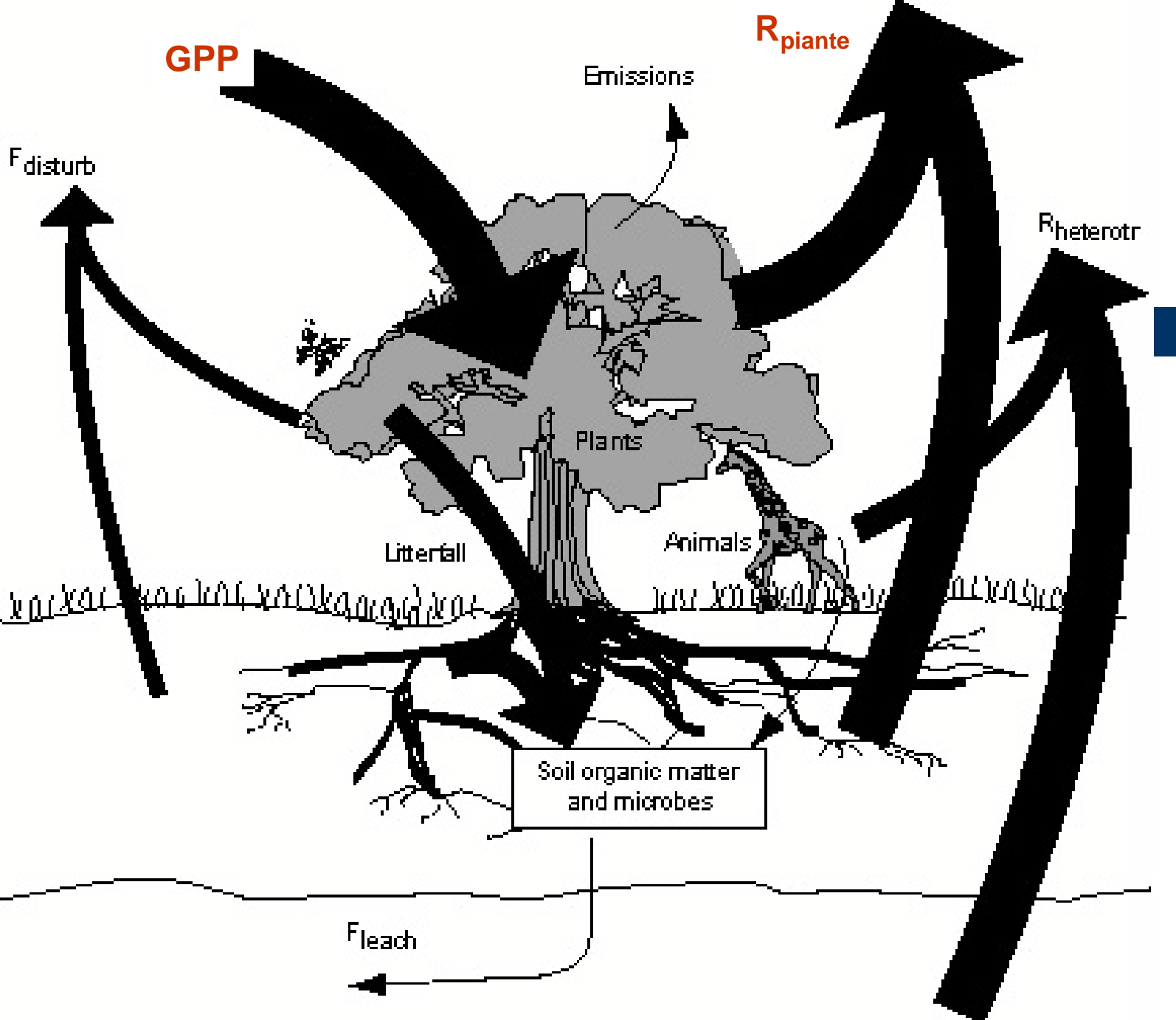
**$GPP - (R_{\text{piante}} + R_{\text{eterotr}} + F_{\text{disturb}} + F_{\text{lisciviato}}) =$   
Net Ecosystem Production  
Produzione Netta dell'Ecosistema**

In assenza di disturbi e condizioni di equilibrio:

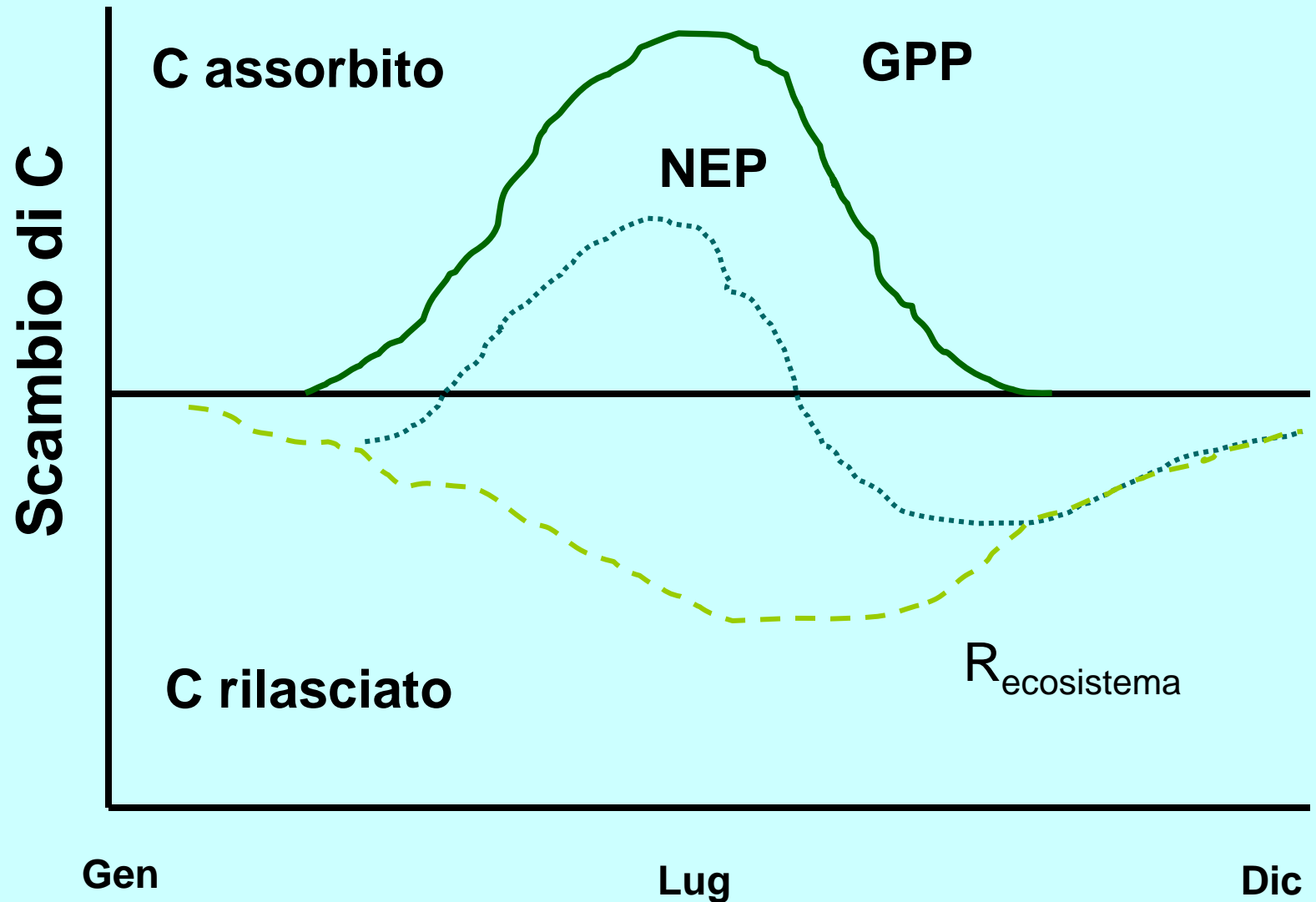
**$R_{\text{piante}} = 50\% \text{ GPP}$**

**$R_{\text{eterotr}} = 40-50 \% \text{ GPP}$**

**$F_{\text{lisciviato}} = 0 - 10\% \text{ GPP}$**



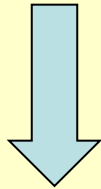
**NEP è il risultato del bilancio fra due flussi:  
GPP e respirazione dell'ecosistema**



# Bilancio del Carbonio nell'Ecosistema

## ***NEP Positivo***

$GPP > R_{eco} + \text{altre perdite di C}$

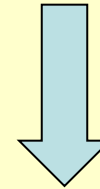


l'ecosistema sottrae C  
all'atmosfera

**C sink**

## ***NEP Negativo***

$GPP < R_{eco} + \text{altre perdite di C}$



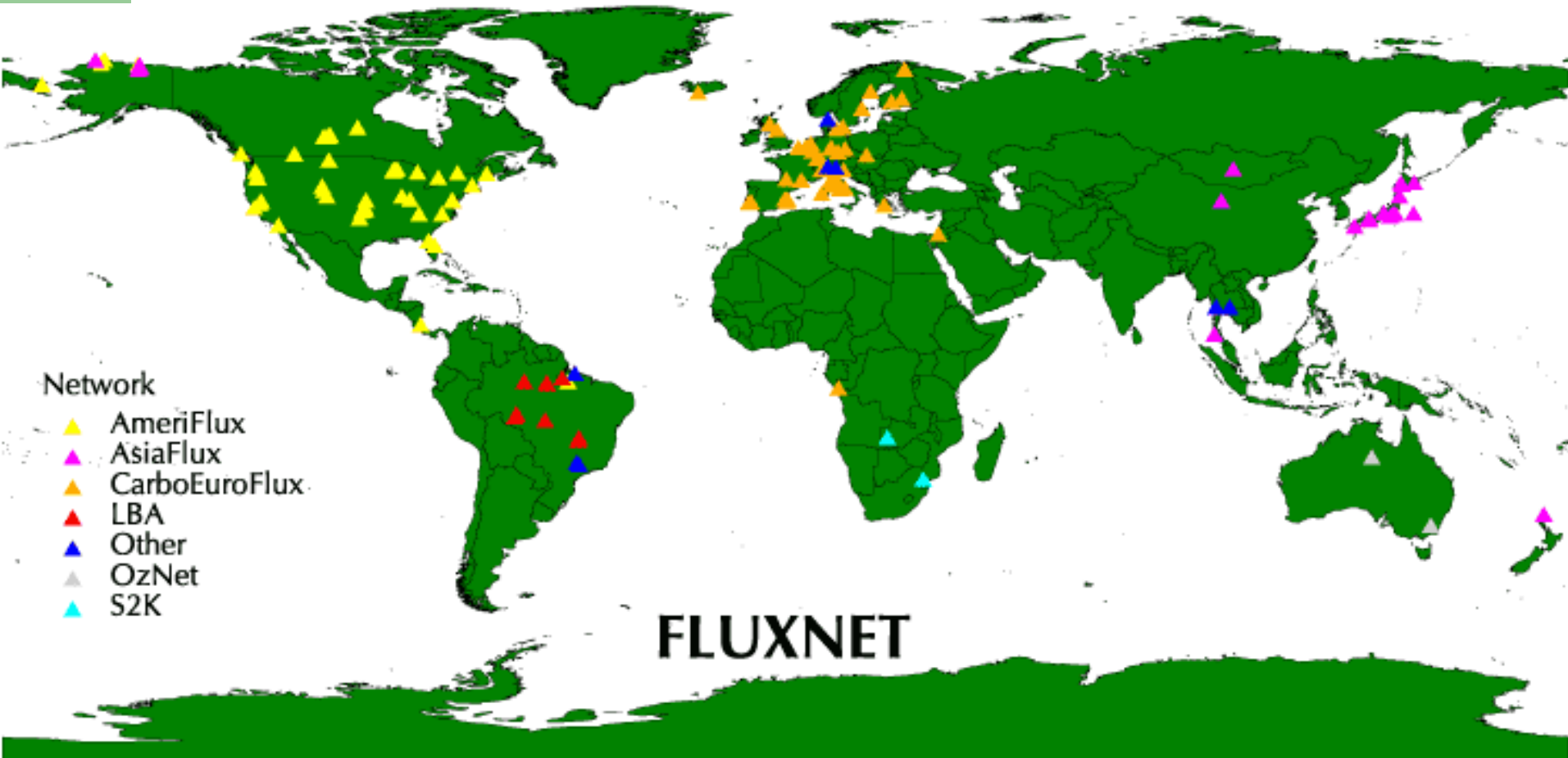
l'ecosistema rilascia C  
nell'atmosfera

**C source**

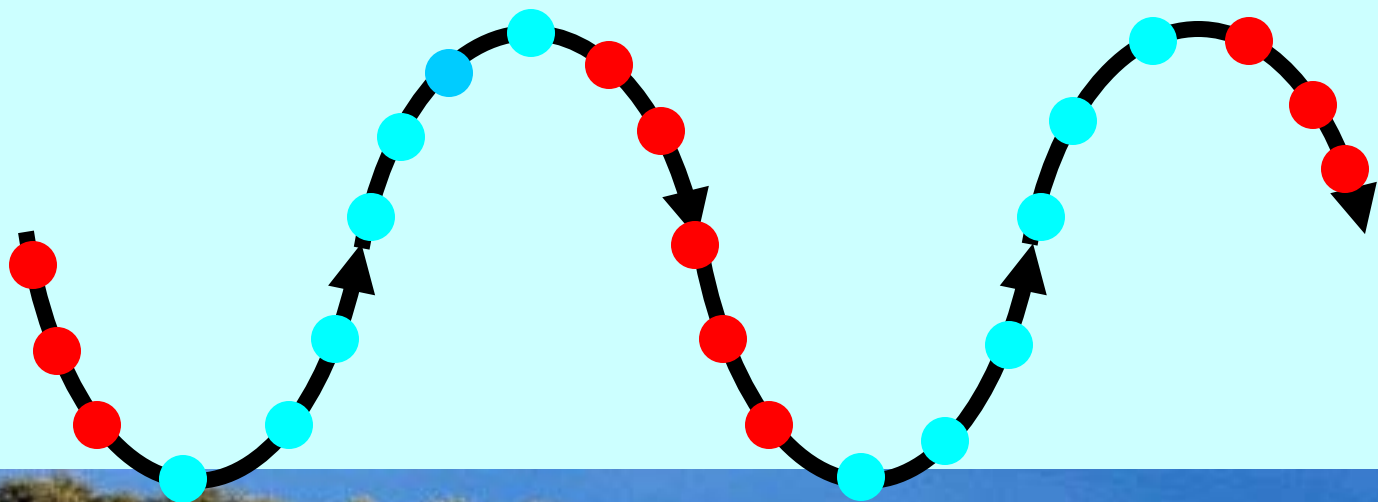
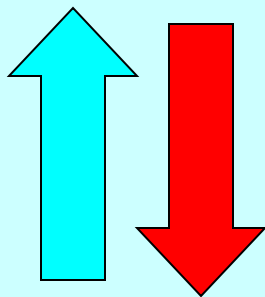
# Eddy Covariance (NEE)



# Eddy Covariance Network

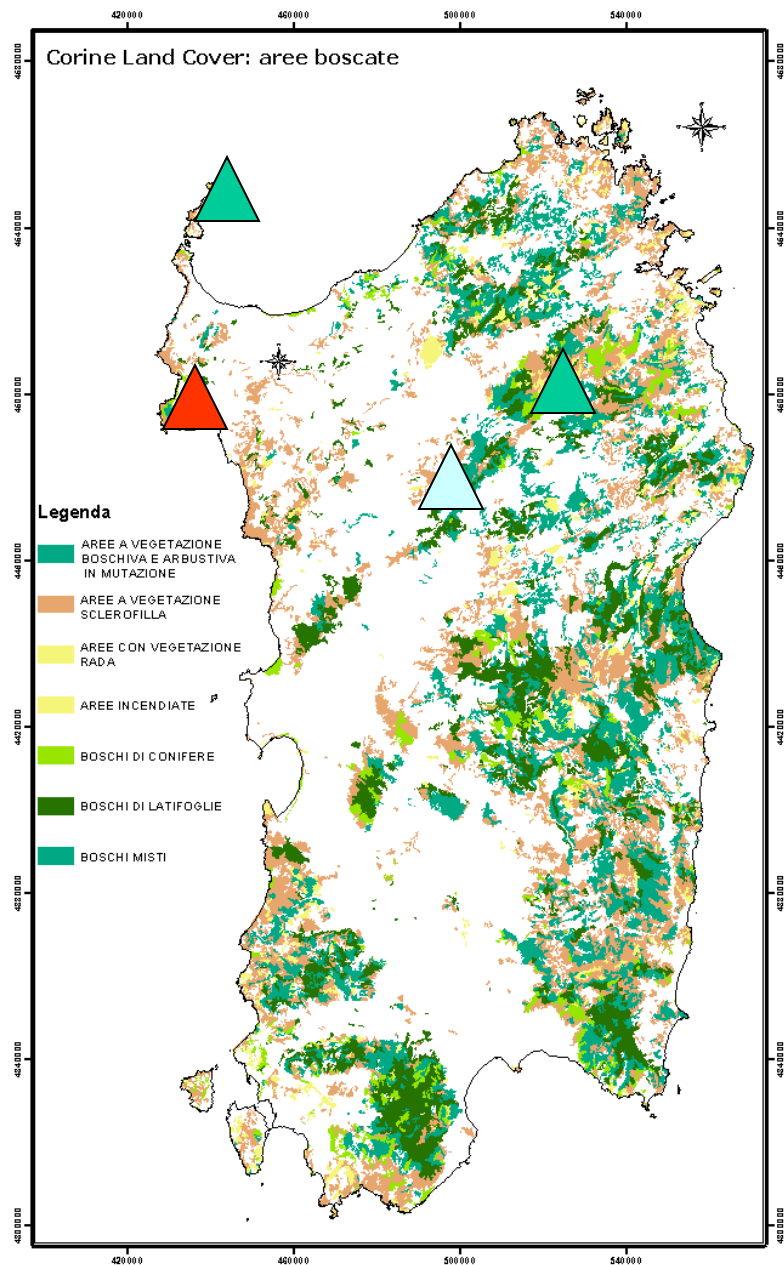






# **Esempi di Monitoraggio e Bilancio del C**

- **Macchia mediterranea**
  - **Vigneto**



Sito di monitoraggio attivo dal 1998 (macchia)



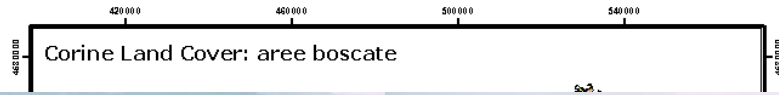
Siti di monitoraggio di prossima installazione (leccio e prato)



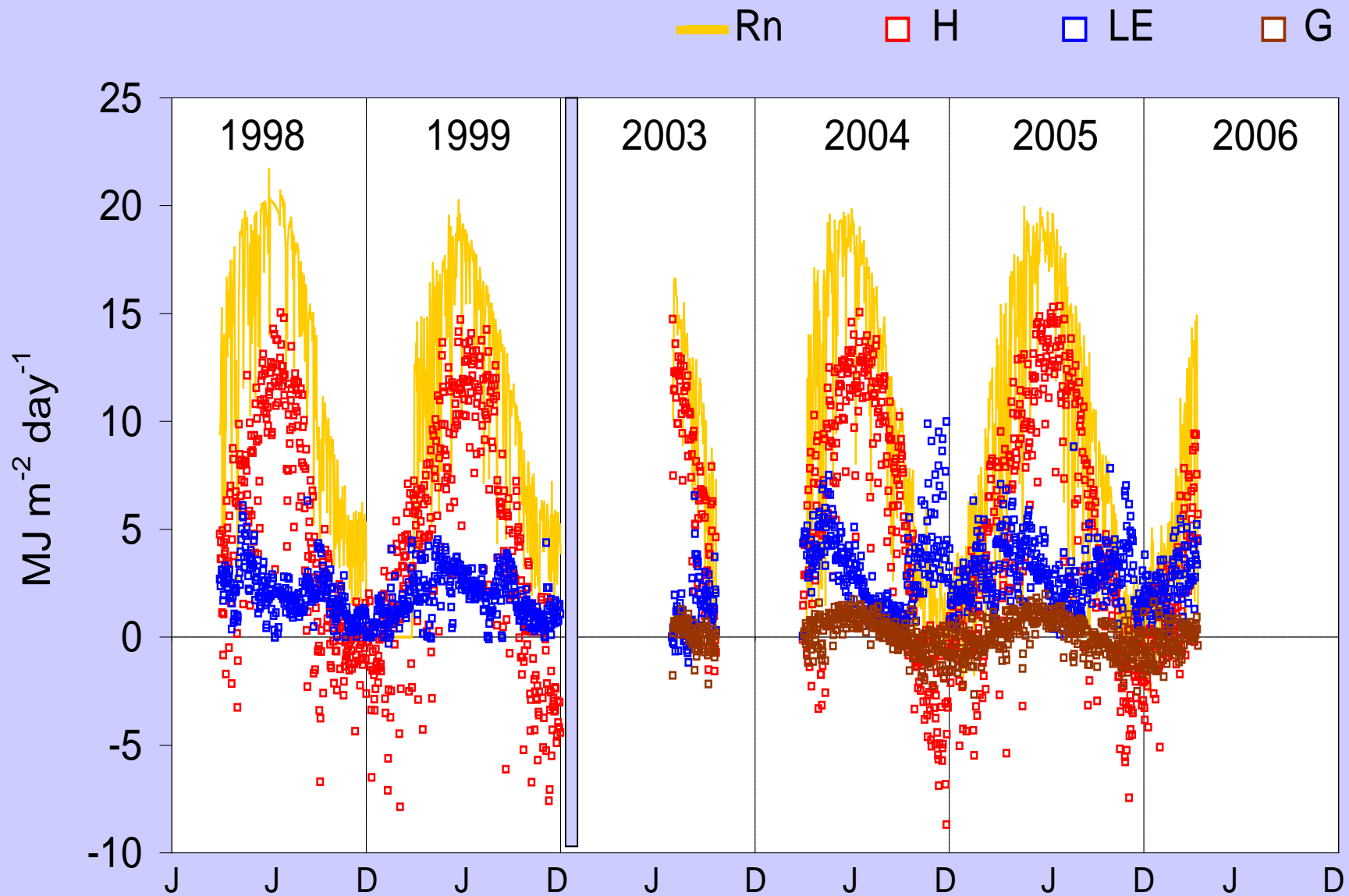
Sito di monitoraggio temporaneo (pascolo arborato, sistemi agrari)

Gestione dei siti a cura di  
DESA-Università di Sassari  
CNR-IBIMET, Sassari

# Alghero



# Daily energy flux density



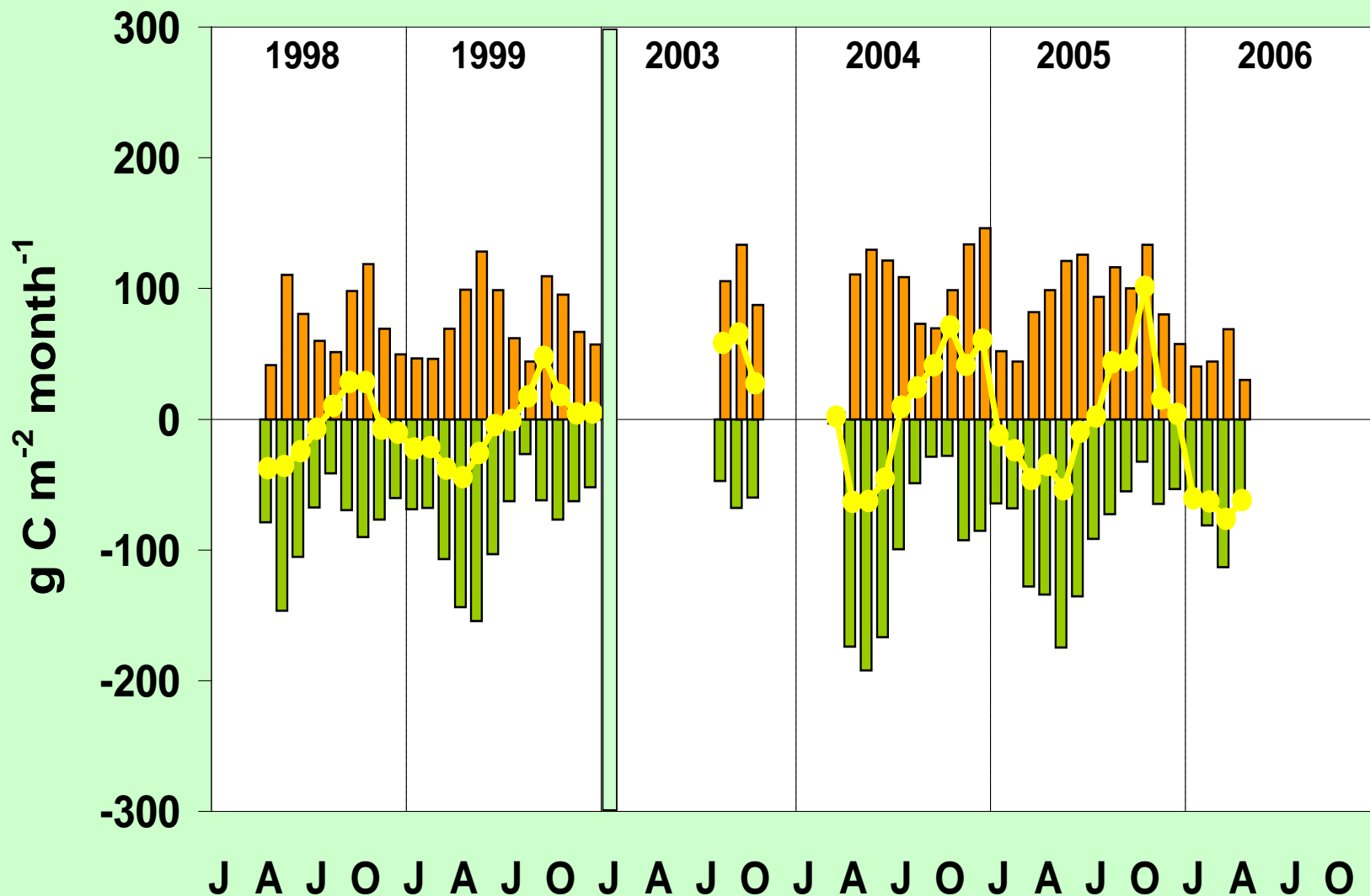
# Monthly values of NEE, GPP, and $R_{eco}$

$$GPP = NEE - R_{eco}$$

GPP

Reco

NEE



**Seasonal values of  
NEE, GPP, and R<sub>eco</sub>**

Yr	Season	NEE (g C m <sup>-2</sup> )	GPP (g C m <sup>-2</sup> )	Reco (g C m <sup>-2</sup> )	Rain (mm)
1998	S	-97	-325	228	114
	S	31	-178	209	96
	F	10	-227	238	277
1999	W	-82	-244	162	118
	S	-74	-394	320	87
	S	64	-151	215	87
	F	28	-192	219	204
2004	S	-169	-523	355	139
	S	-75	-177	251	6
	F	173	-206	379	302
2005	W	-82	-261	178	167
	S	-94	-432	337	38
	S	90	-219	310	74
	F	121	-151	271	283

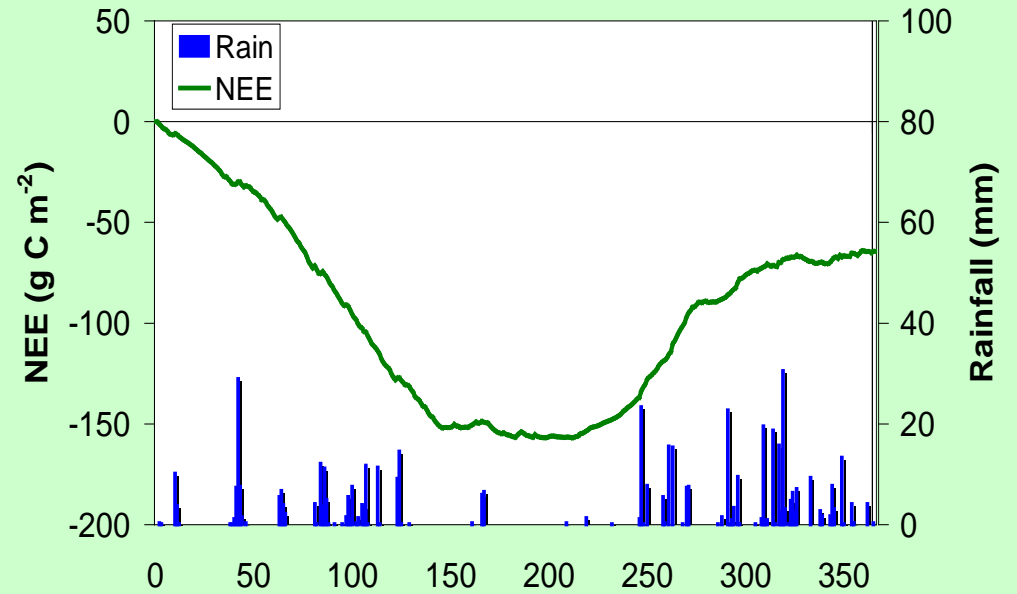
**Annual Values**

**1999**  
**NEE = - 65**  
**GPP = - 981**  
**R<sub>eco</sub> = 916**

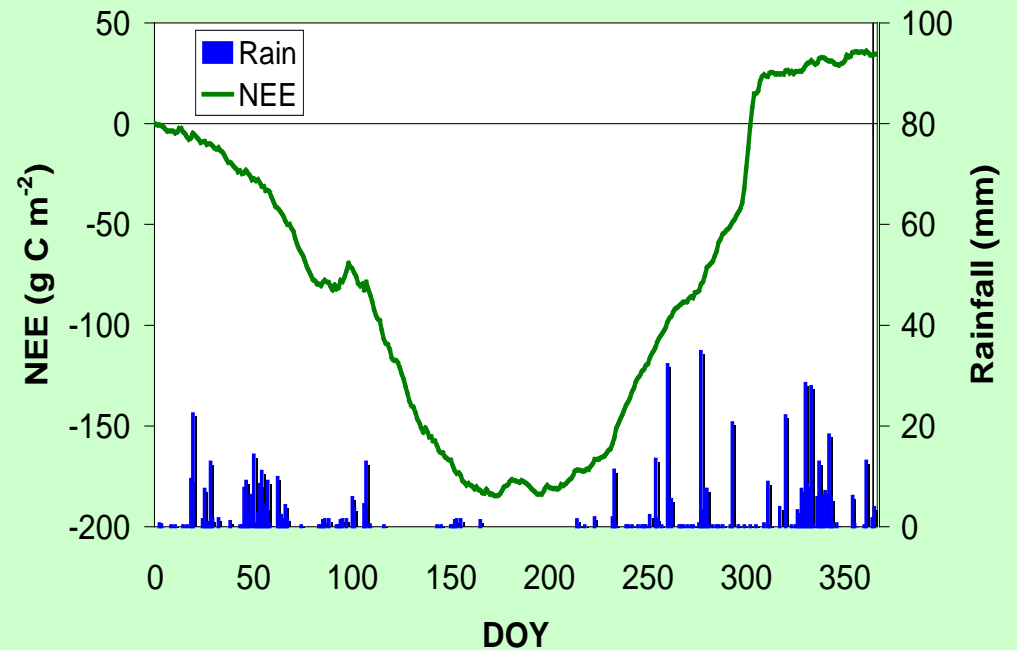
**2005**  
**NEE = 35**  
**GPP = - 1062**  
**R<sub>eco</sub> = 1097**

# Annual course of cumulative NEE

1999



2005





# Esempi di monitoraggio e Bilancio del C

- **Macchia mediterranea**
  - **Vigneto**

Luglio 2005

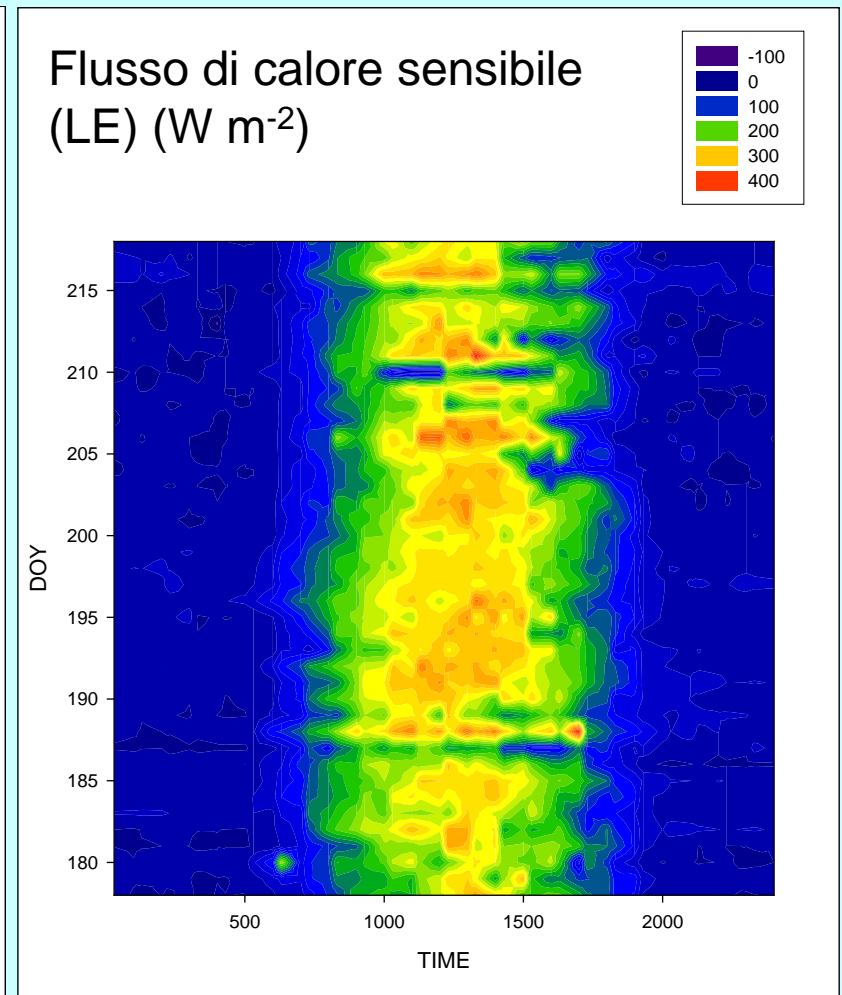
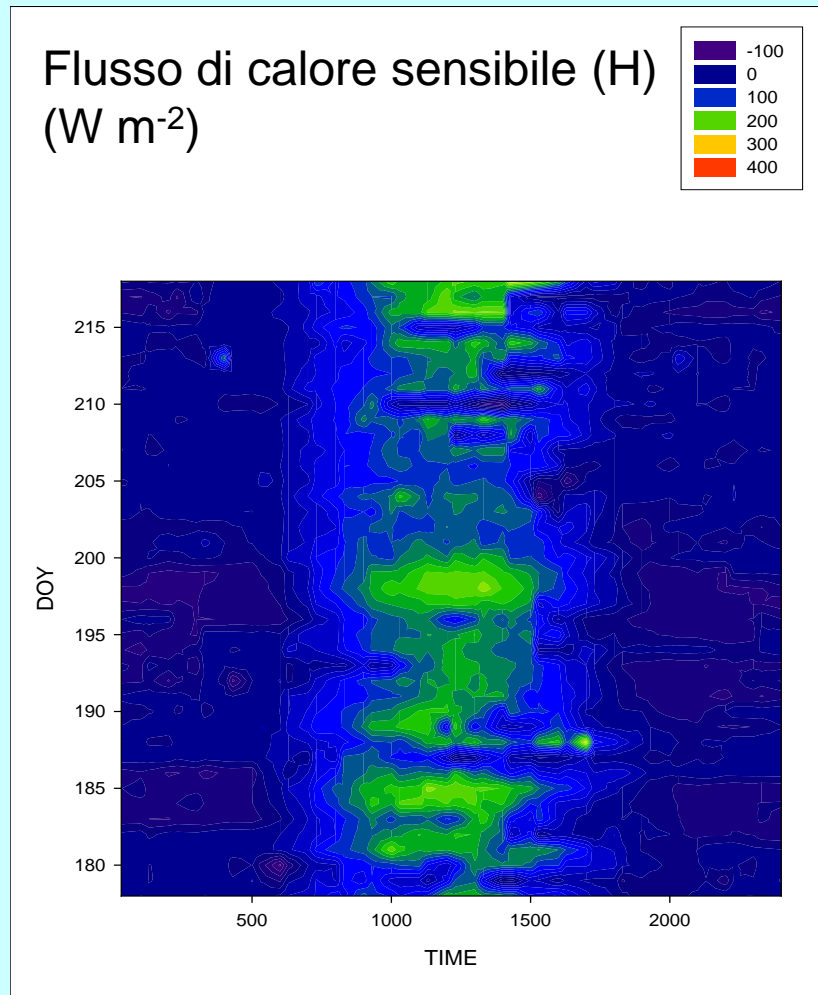
Luglio - Agosto 2006



Rn	H	LE	G
MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
<b>12.13</b>	<b>2.26</b>	<b>8.37</b>	<b>0.47</b>

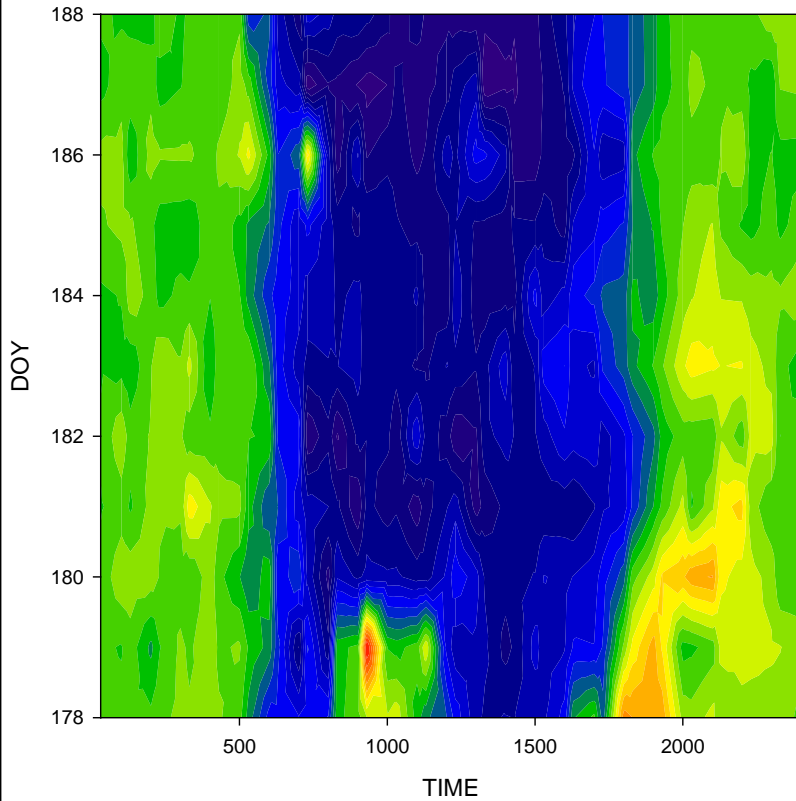
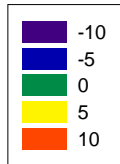
Luglio-Agosto 2006

## FLUSSO DI CALORE SENSIBILE E LATENTE

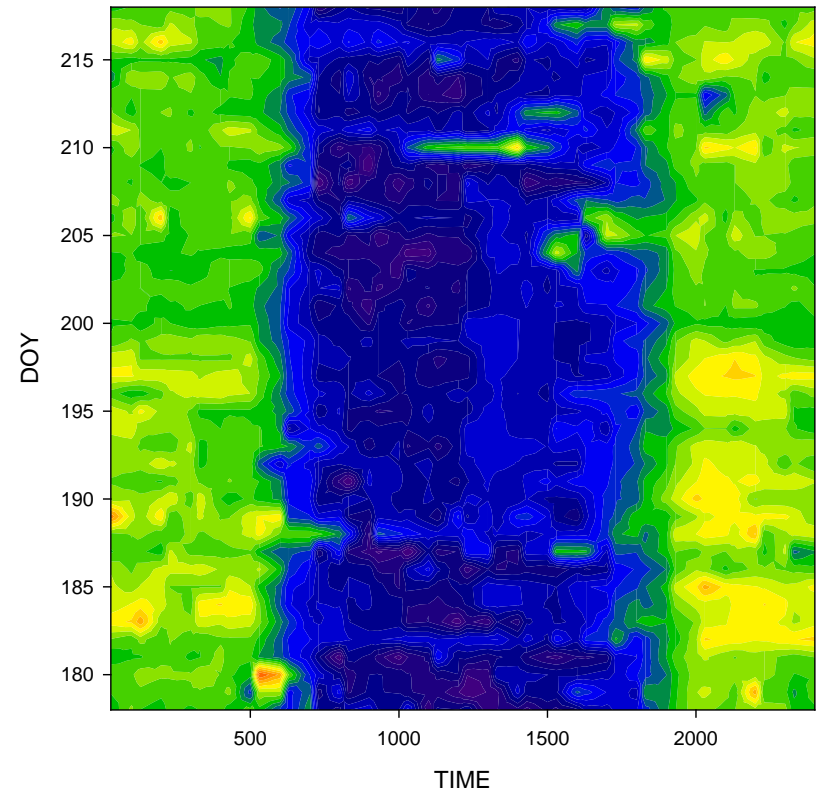
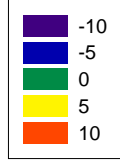


**2005**

Flusso di carbonio (Fc)  
 ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )

**2006**

Flusso di carbonio (Fc)  
 ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )



<b>Luglio</b>	<b>Net CO<sub>2</sub> uptake</b>	<b>Net C uptake</b>
	$\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	$\text{g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$
<b>media</b>	<b>- 6.87</b>	<b>- 1.87</b>

<b>Luglio</b>	<b>Net CO<sub>2</sub> uptake</b>	<b>Net C uptake</b>
<b>Agosto</b>	$\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	$\text{g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$
<b>Media</b>	<b>- 6.69</b>	<b>- 1.83</b>

## ➤ **AVANZAMENTO DELLE CONOSCENZE**

**Funzionalità, processi, modelli, telerilevamento...**

## ➤ **PROTOCOLLO DI KYOTO (UNFCCC)**

**Art.3.3 Forestazione, deforestazione, riforestazione**

**Art.3.4 Attività aggiuntive**

## ➤ **POLITICHE NAZIONALI / Delibera CIPE 123/2002**

**PNAC = Piano Nazionale Assorbimento di Carbonio**

**Registro Nazionale dei Serbatoi di Carbonio agro-forestali**

**[2008-2012]: 10.2MtCO<sub>2</sub> dai sink = 11% dell'impegno**

- *Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) previste dal Protocollo di Kyoto (artt. 3.3 e 3.4)*
- *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry (GPG-LU-LUCF) (IPCC , Penman et al., 2003).*
- *Metodologie per la stima dei crediti di carbonio e delle loro variazioni per le diverse categorie di uso del suolo*

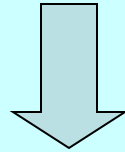
### **Stima degli *stocks* (depositi)**

#### **Stima delle variazioni degli *stocks* (*source* e *sink*)**

- a. Tecniche di stima della biomassa forestale**
- b. Misura diretta del bilancio del carbonio**
- c. Modelli**

## *a. Tecniche di stima della biomassa forestale*

### **Inventari Forestali**

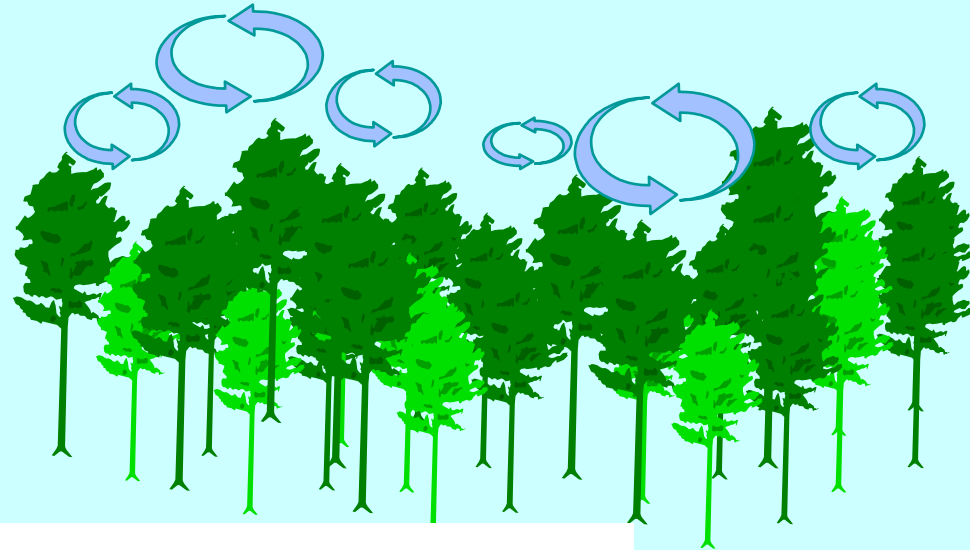


### **5 pools**

- **Biomassa epigea**
- **Biomassa ipogea**
- **Necromassa legnosa**
- **Lettiera**
- **Sostanza organica del suolo**

## *b. Misura diretta del bilancio del carbonio*

### *Eddy Covariance*



La tecnica *EC* consente una misura diretta dei flussi verso l'atmosfera e in direzione della superficie attraverso le misure a elevata frequenza della componente verticale dell'intensità del vento e degli scalari (vapore acqueo, temperatura,  $\text{CO}_2$  ecc.)



## c. Modelli

- Modelli basati sul **processo**  
LPJ, Century, 3PG e 3PG-S
- Modelli **empirici**  
MODIS MOD17
- Modelli **ottimizzati**  
Reti Neurali Artificiali (ANN)

# Che cosa si deve fare per determinare il bilancio a scala regionale?

- Monitoraggio puntuale dei flussi
- Telerilevamento
- Modellistica
- GIS