



# I segnali di cambiamento globale

**Giampiero Maracchi**

Direttore Ibimet- CNR

# **IL CLIMA GLOBALE DIPENDE DAL**

**BILANCIO ENERGETICO  
TERRESTRE =**

**f [radiazione solare ,  
nuvolosità, atmosfera  
(GCA + vapor d'acqua) ]**

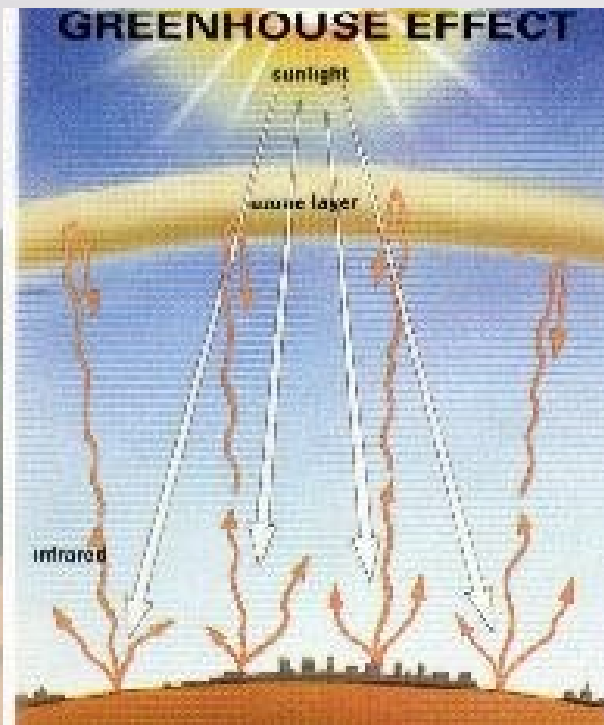
The background of the slide is a landscape photograph showing rolling green hills, a small yellow building on a hillside, and a dry, brownish field in the foreground. A semi-transparent blue rectangle is overlaid on the image, containing the text.

QUESTI PARAMETRI DAGLI  
ANNI '90 MOSTRANO SEGNALI  
DI CAMBIAMENTI PROFONDI

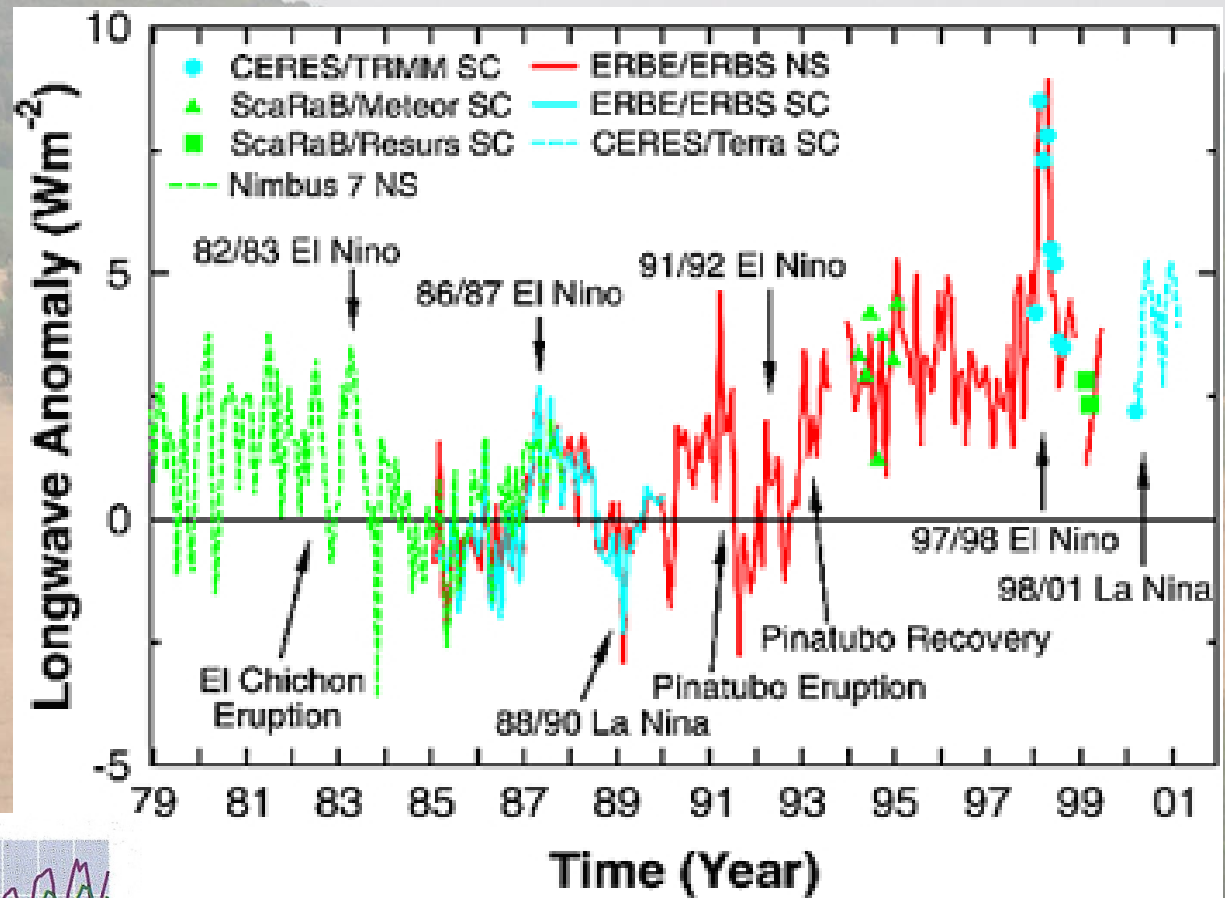
**CAMBIA LA  
CIRCOLAZIONE GENERALE  
DELL'ATMOSFERA E**

**DELL'OCEANO**

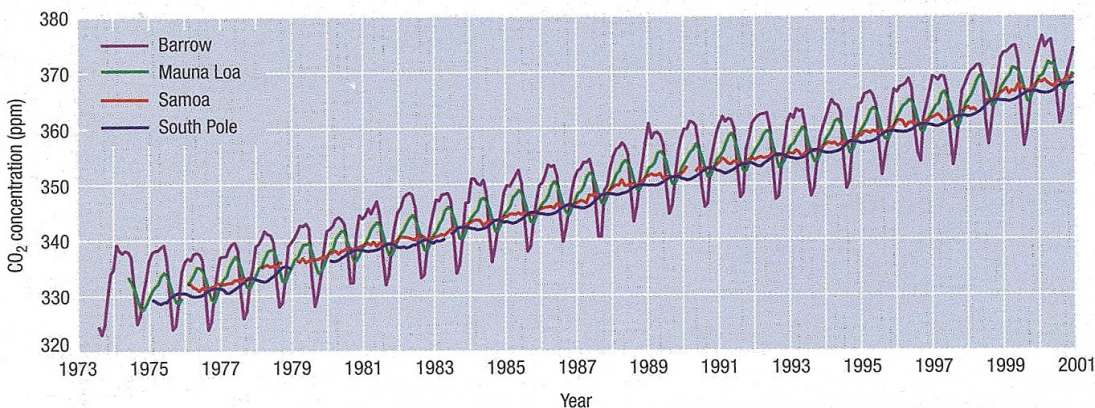


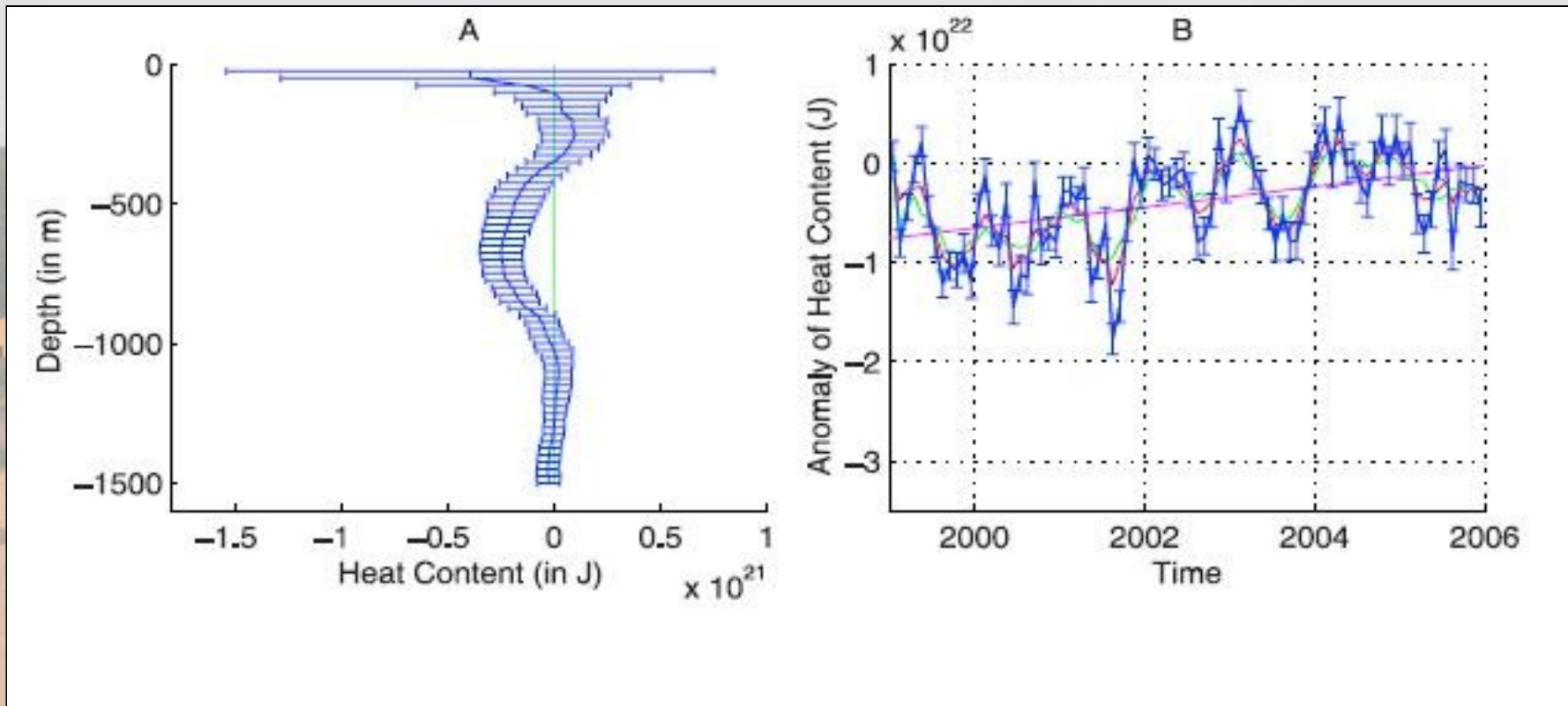


## ANOMALIE ENERGETICHE Dal 1979 al 2001



## ONDE LUNGHE EMESSE DALLA TERRA





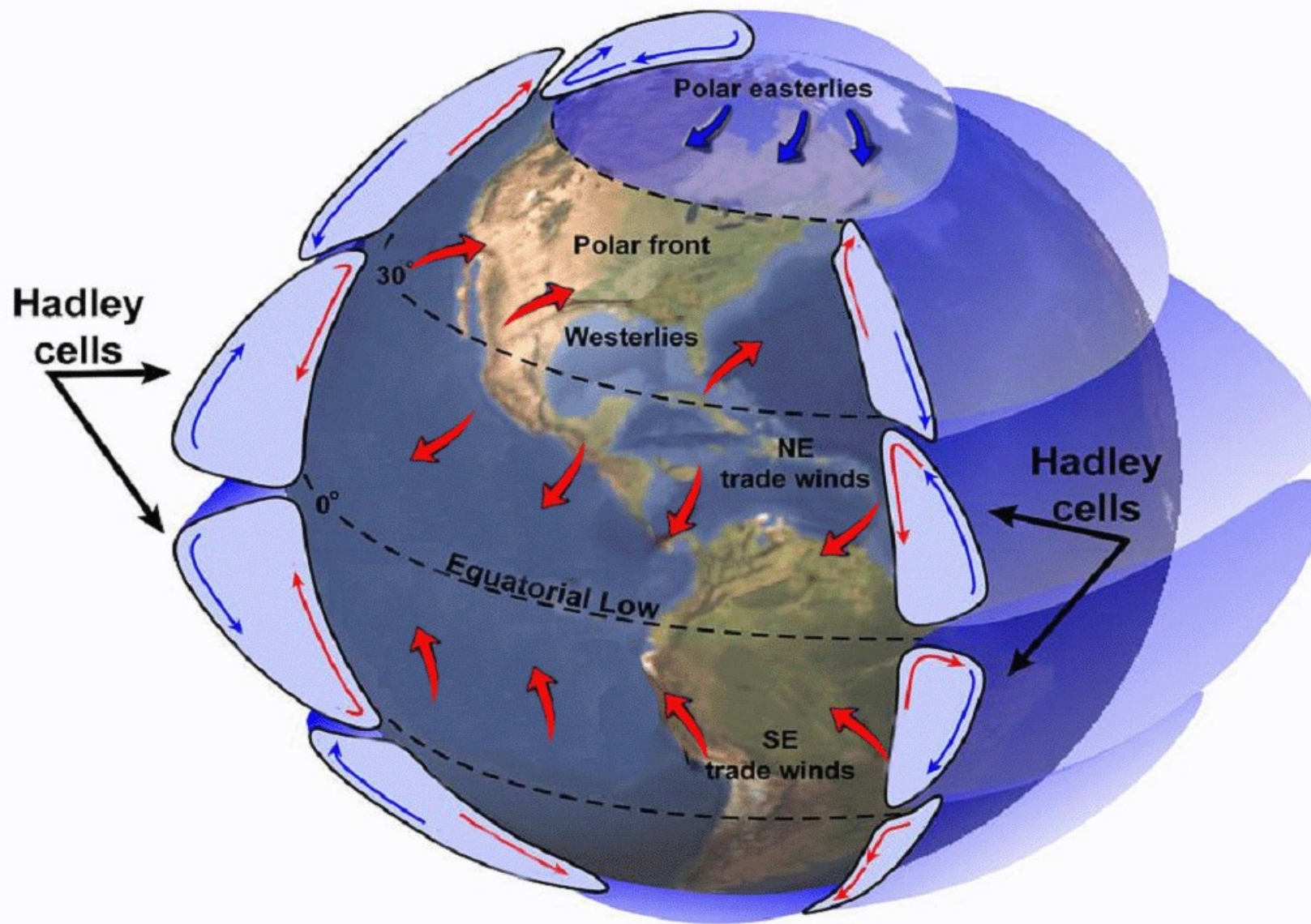
**VARIAZIONI NEL CONTENUTO  
ENERGETICO (J) dell'Oceano  
Atlantico del Nord  
IN BASE ALLA PROFONDITA'**

**VARIAZIONI NEL CONTENUTO  
ENERGETICO (J) dell'Oceano  
Atlantico del Nord  
DAL 1999-2006**



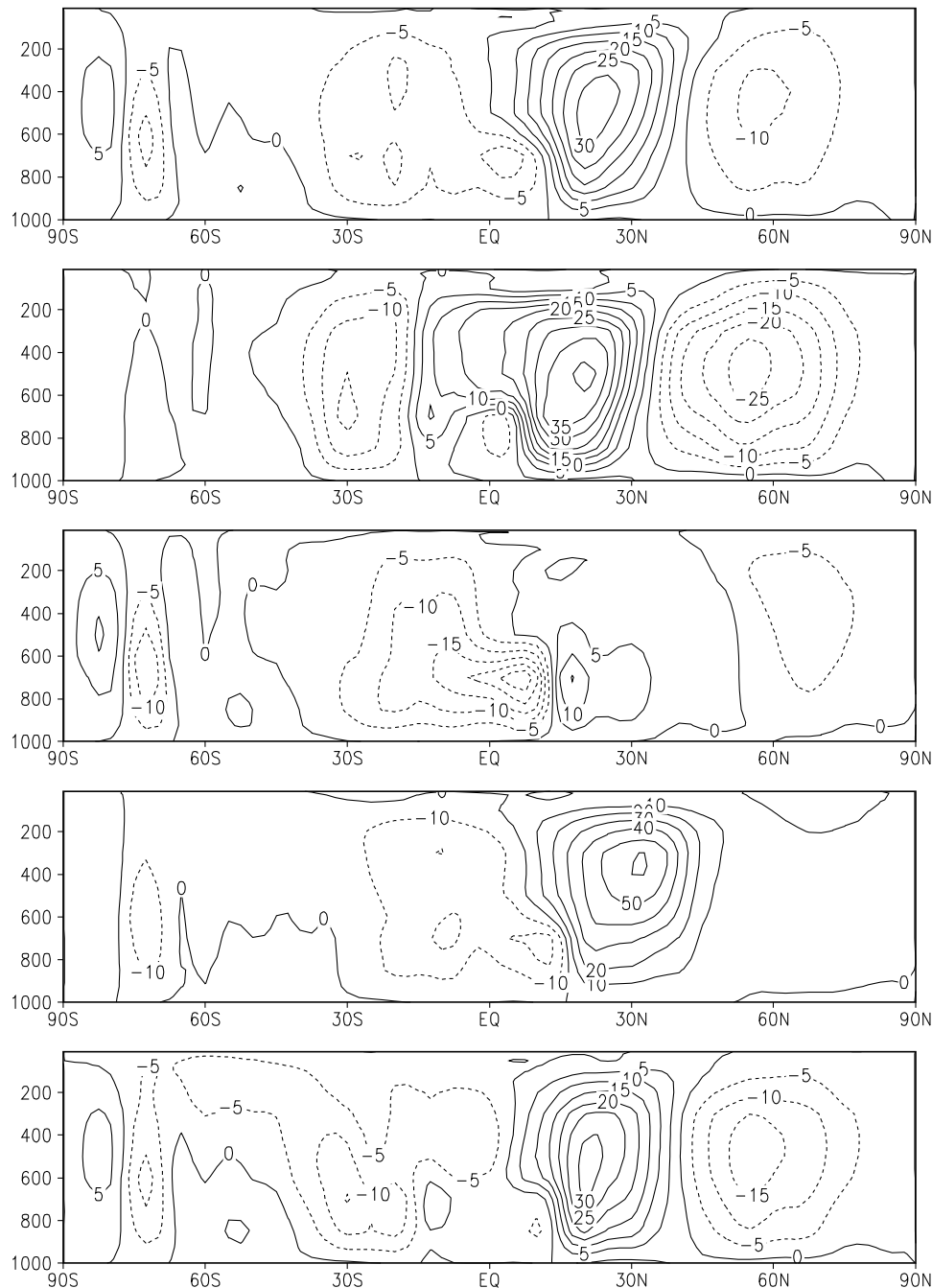
# I processi di cambiamento climatico

## La Cella di Hadley



# Mass streamfunction [ $10^{10}$ kg/s] (NCEP/NCAR Reanalysis 1971-2002)

Africa



**La circolazione dell'emisfero Nord è più intensa rispetto alla media zonale**

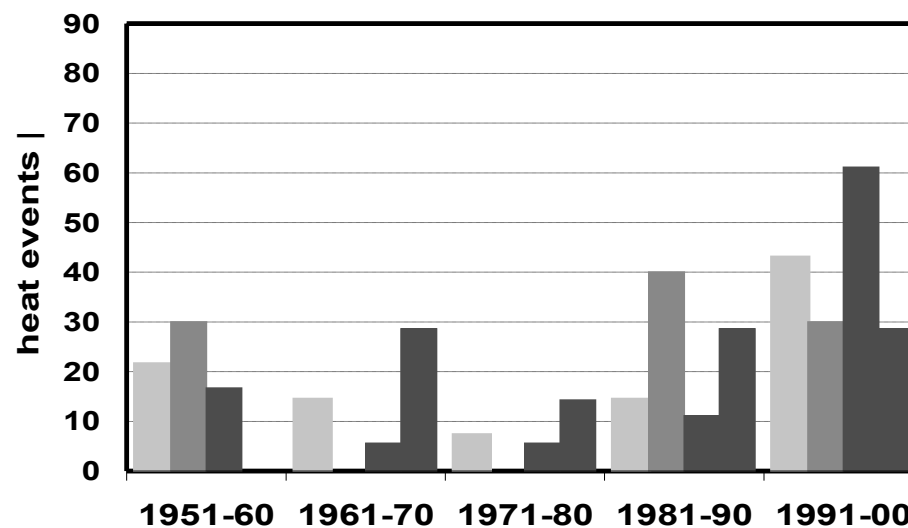
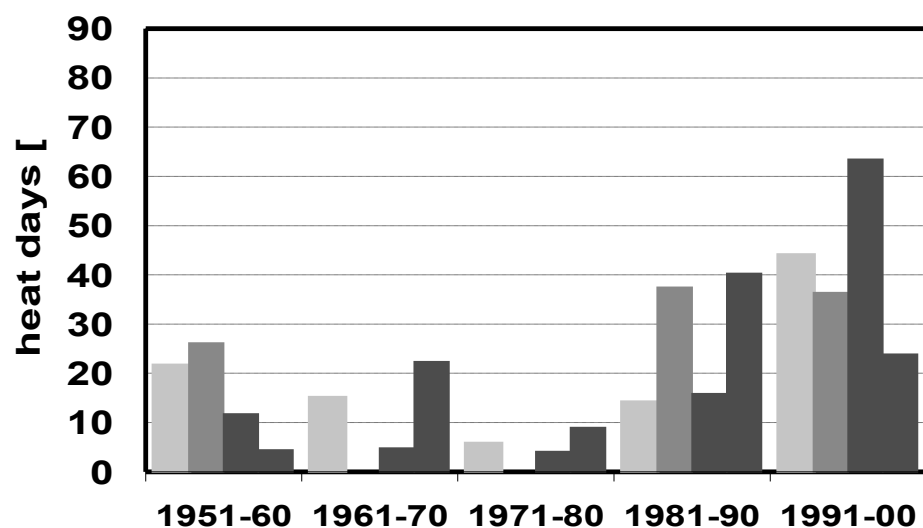
**Inverno**  
**Bacino del Congo => circolazione anomala all'Equatore**

**Estate**  
**La cella di Hadley si estende fino a 45°N (Mediterraneo)**

**Meccanismi di Charney => intensità anomala della cella di Hadley**



# Distribuzione delle ondate di calore estive (%)



Giugno

Luglio

Agosto

Settembre



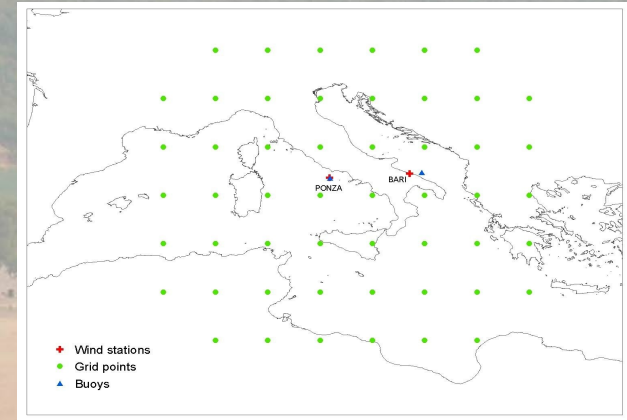
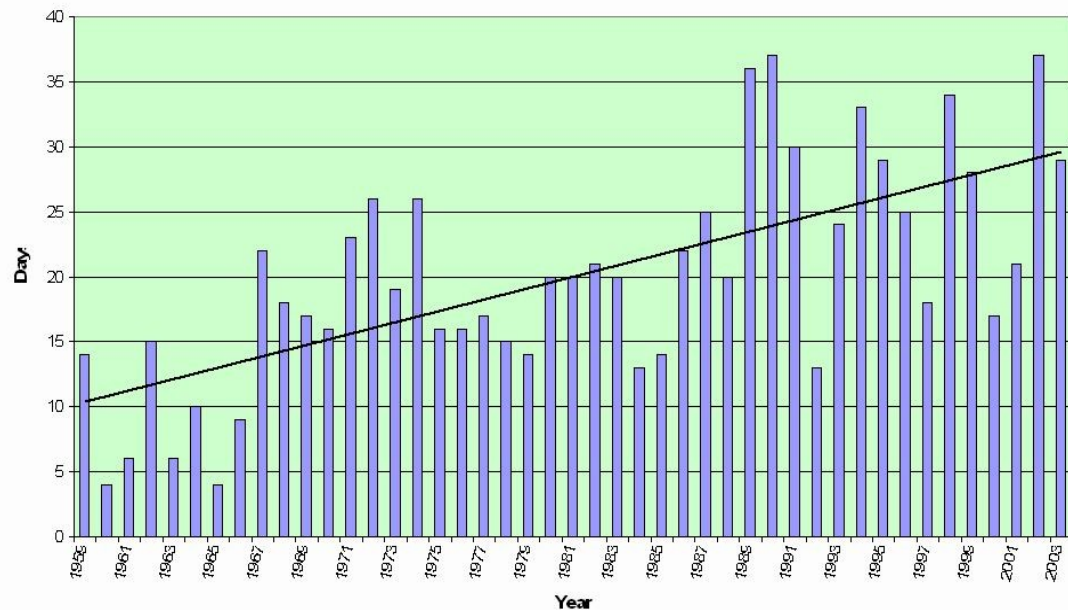
# Tendenza dei tipi di tempo (WT)

L'anticiclone delle Azzorre si indebolisce

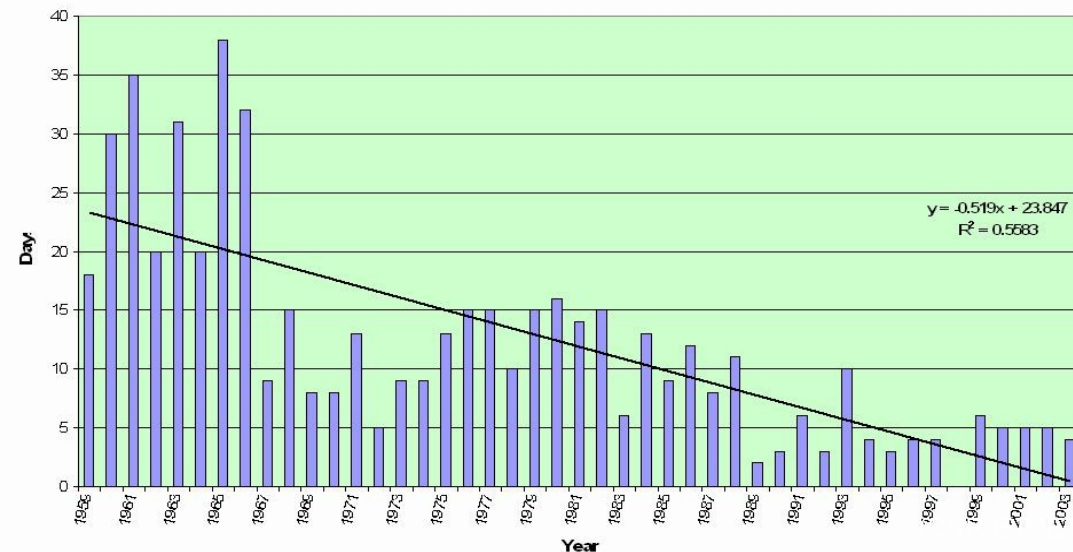
Il tempo ciclonico in estate aumenta

Days with Cyclonic WT - Season: Summer

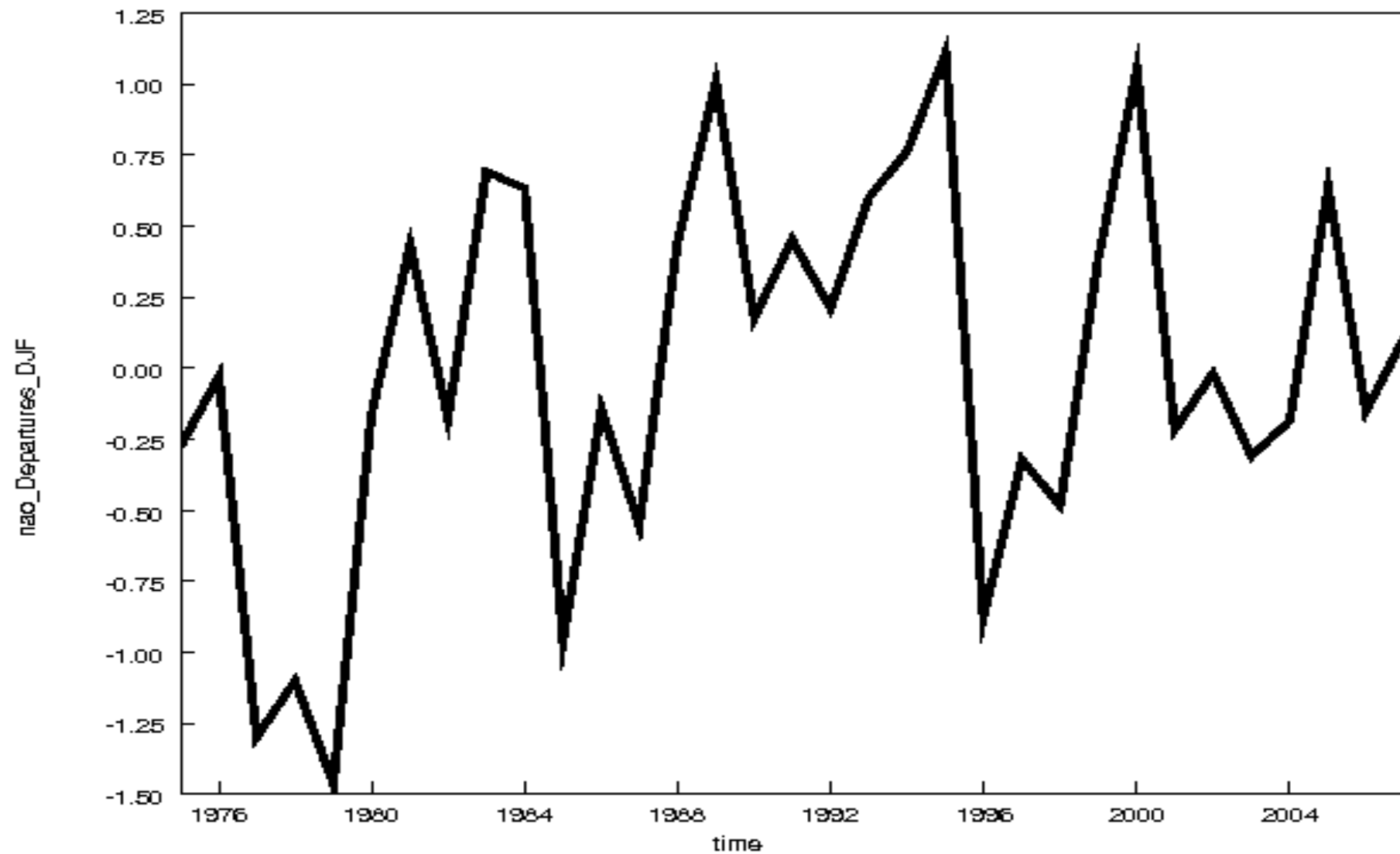
$$y = 0.4368x + 9.9323$$
$$R^2 = 0.4601$$



Days with Anticyclonic WT - Season: Summer



## II NAO invernale aumenta



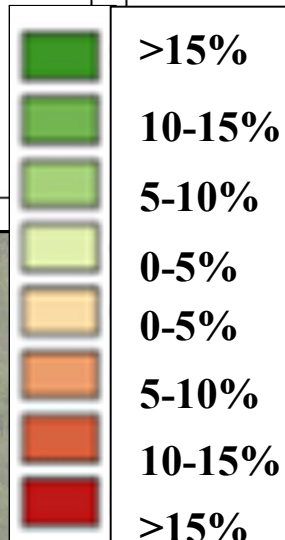
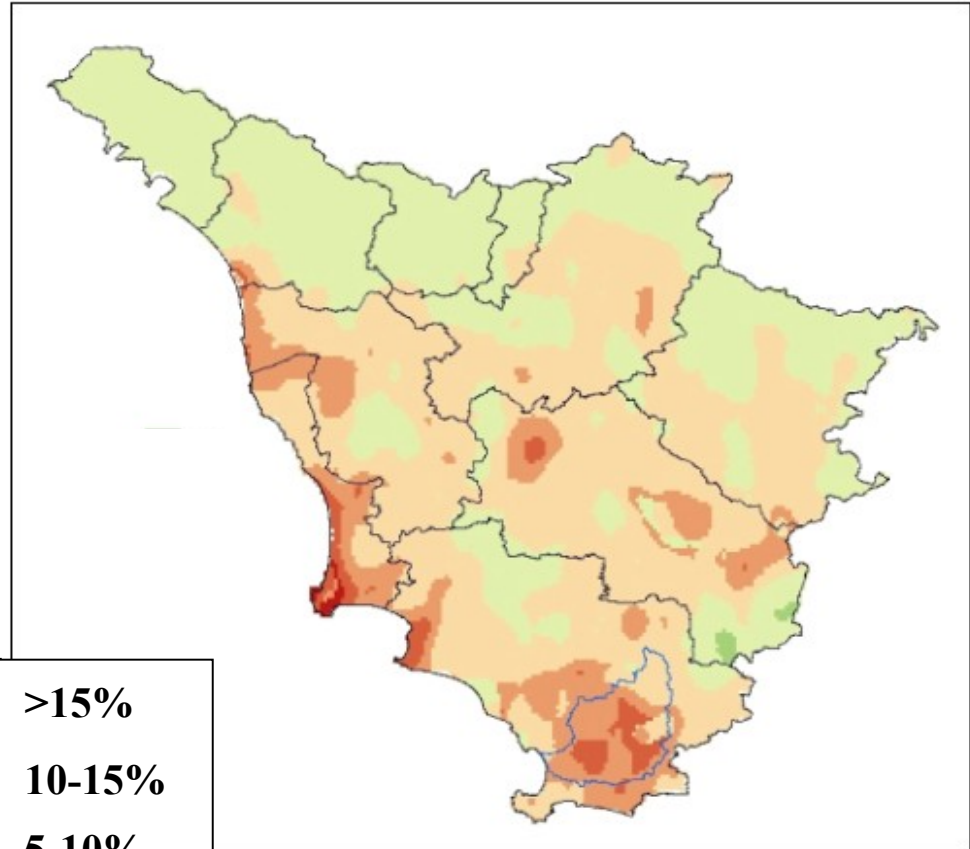
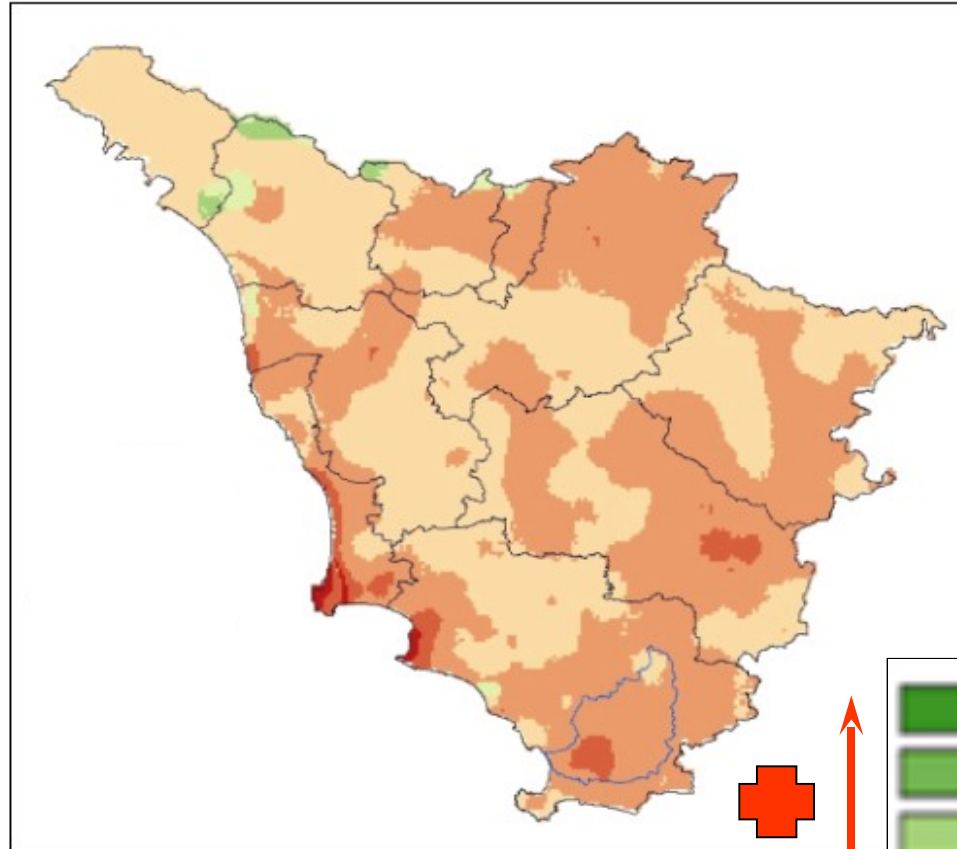


# Aumento della siccità

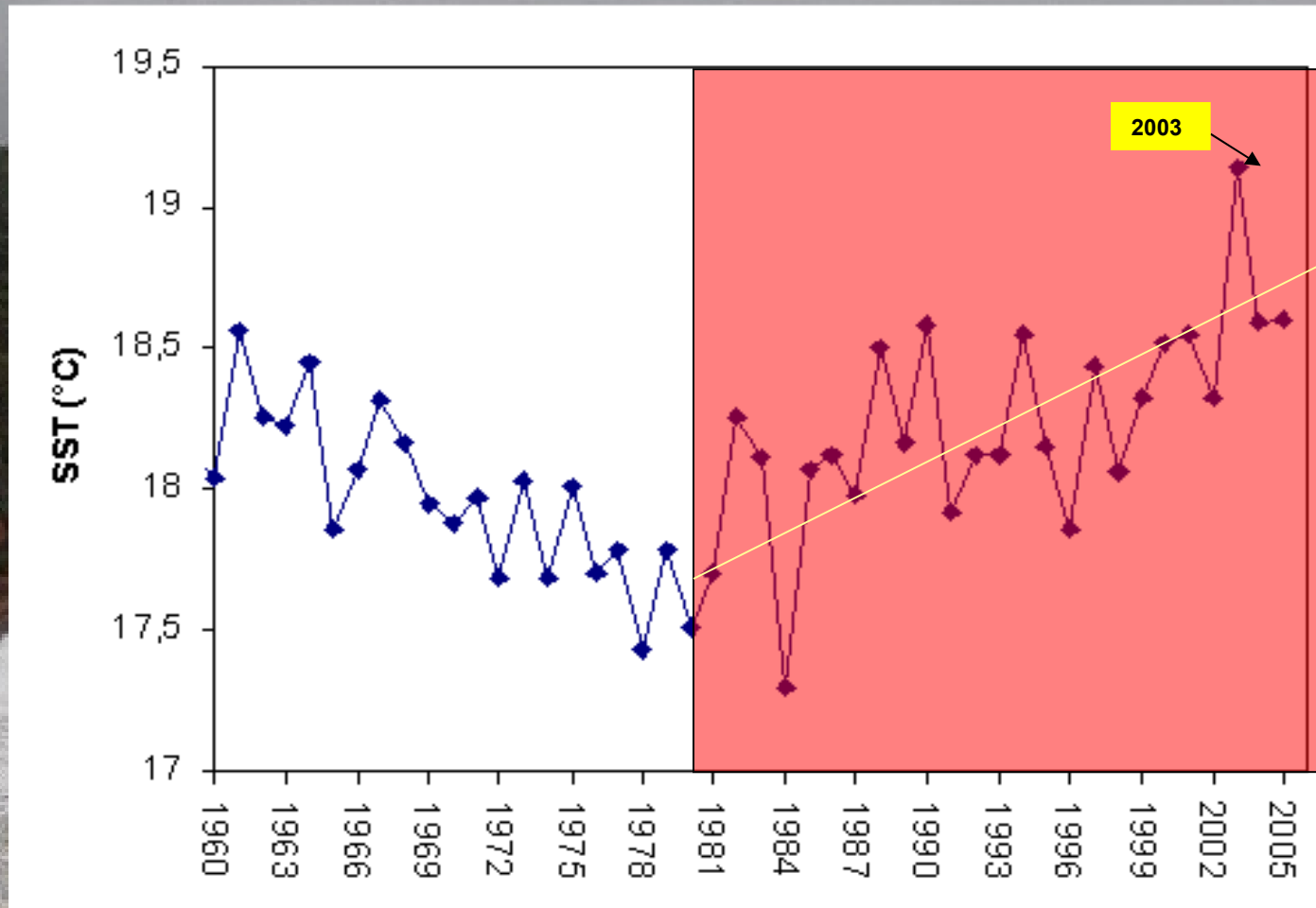
**Variazione NDVI (1986-2003)**

**ESTATE**

**PRIMAVERA**

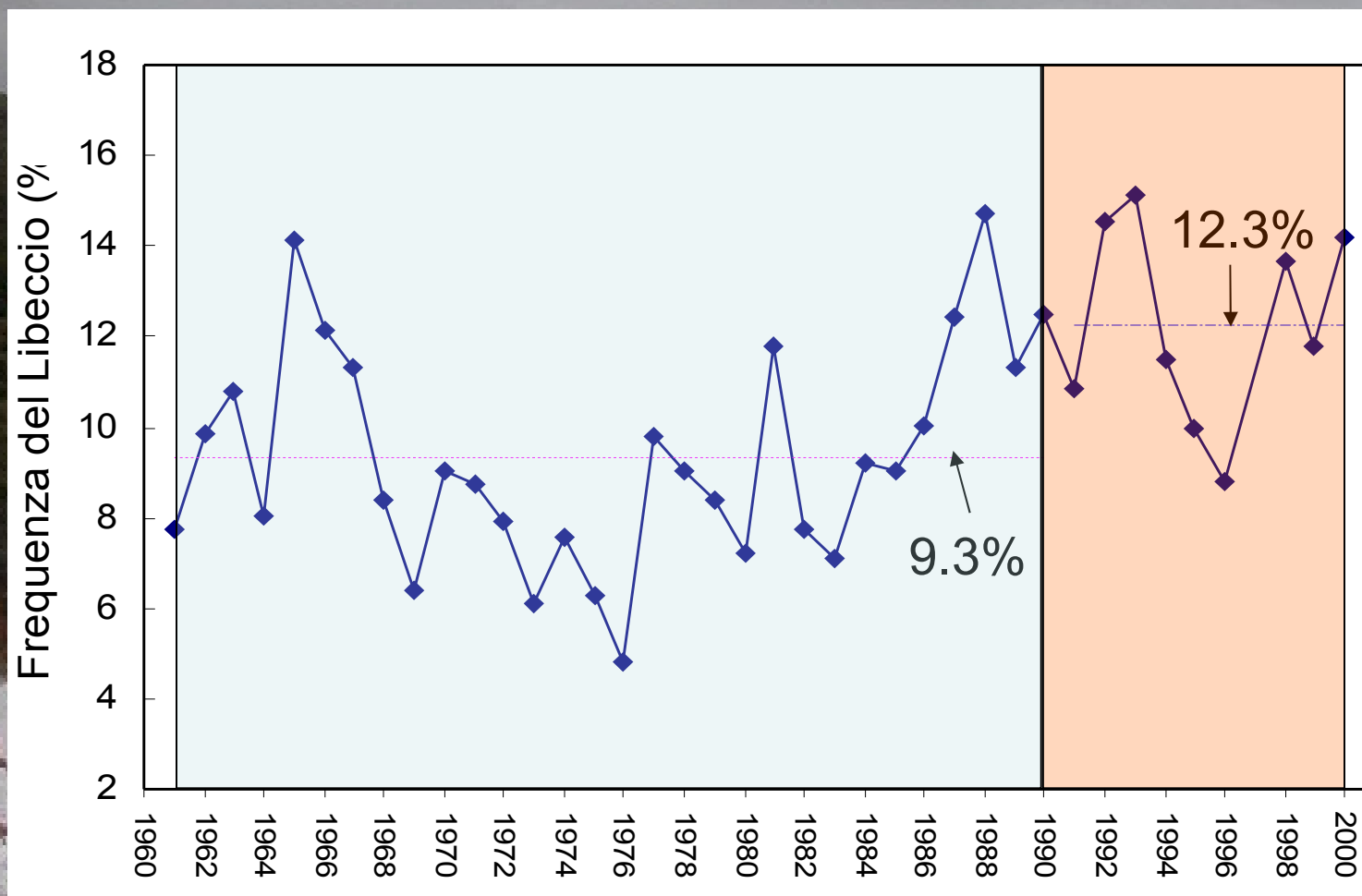


# Andamento della temperatura media annuale della superficie marina (SST), coordinate 42° 30' N, 10° 00' E. Dati tratti dalla *National Oceanic & Atmospheric Administration* (NOAA)



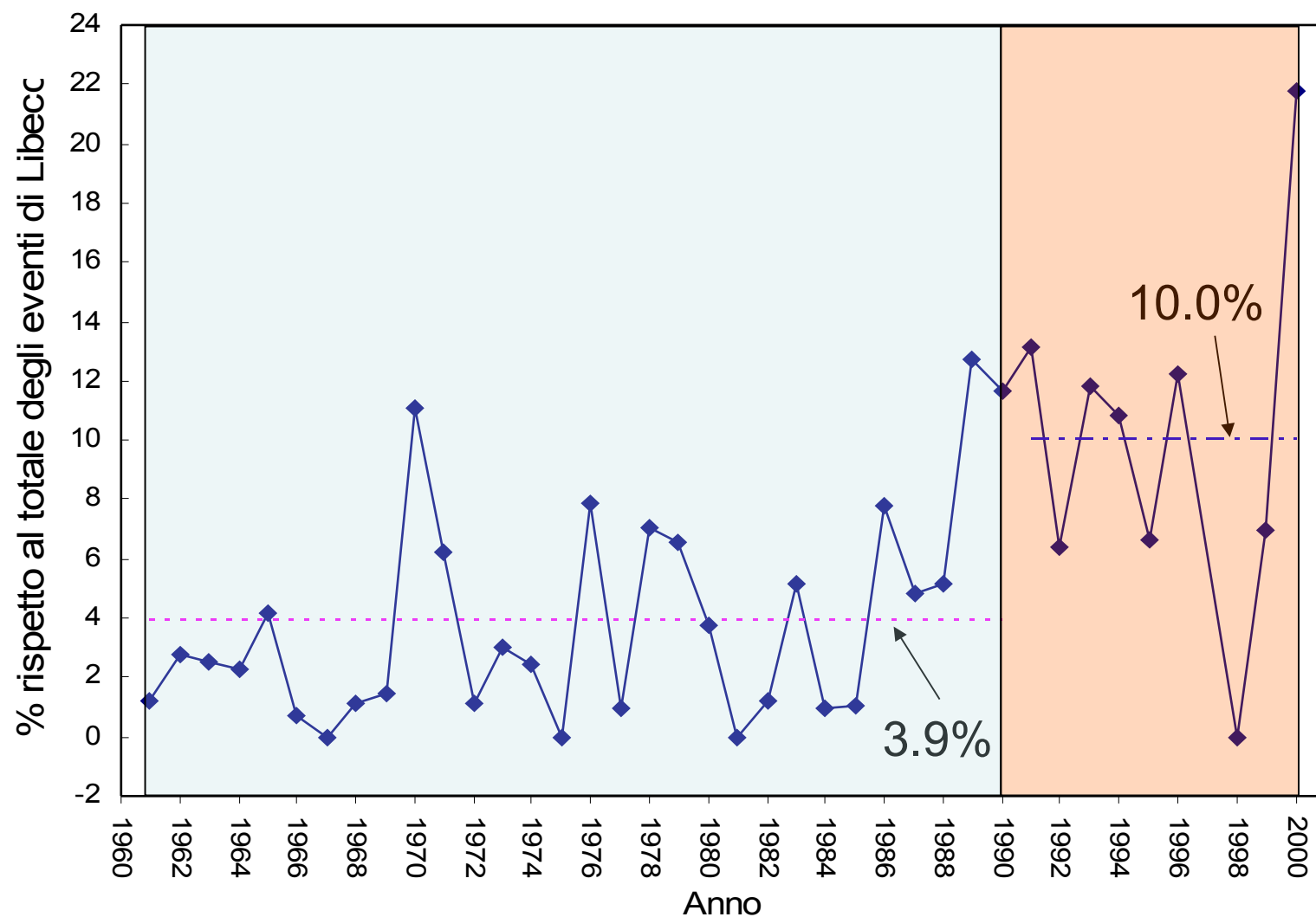


# Variazione interannuale della frequenza media annuale del Libeccio a Livorno dal 1961 al 2000



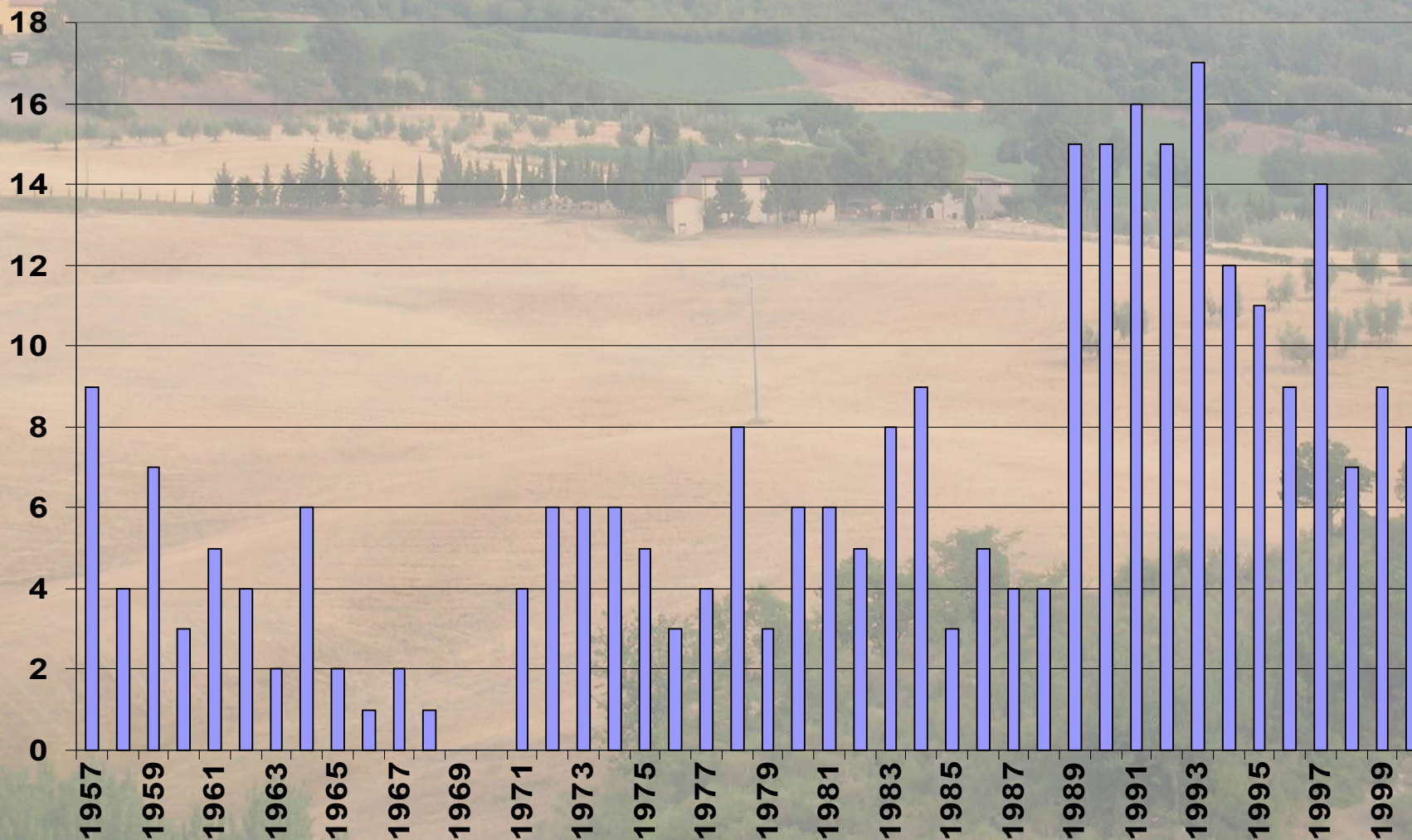
# Variazione interannuale della percentuale degli episodi di Libeccio che hanno raggiunto o superato la velocità di 10.8 m/s a Livorno dal 1961 al 2000

Distribuzione interannuale degli eventi di Libeccio superiore a 10.8 m/s

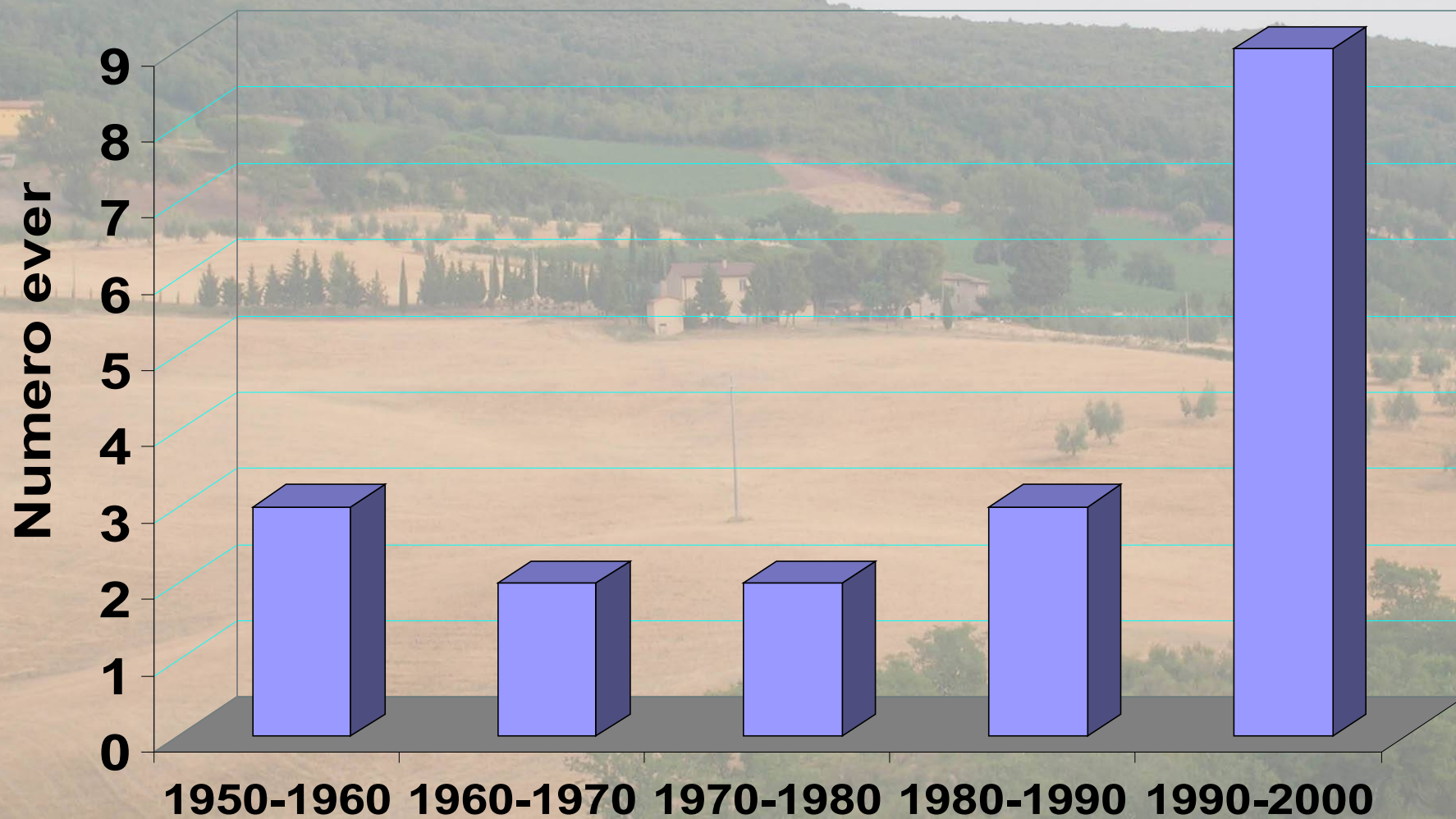




# Aumento della frequenza cicloni extratropicali

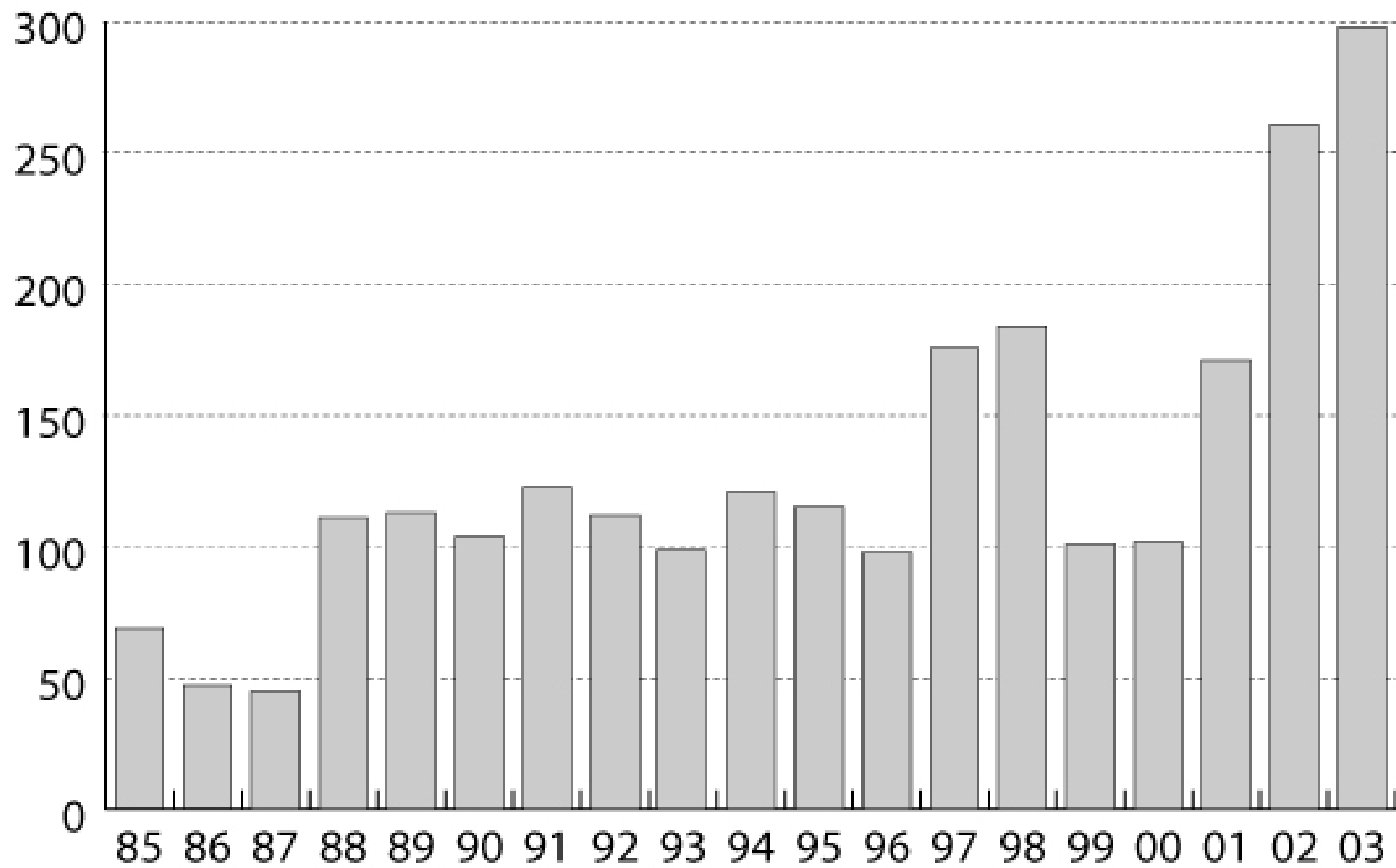


# Aumento eventi estremi in Italia



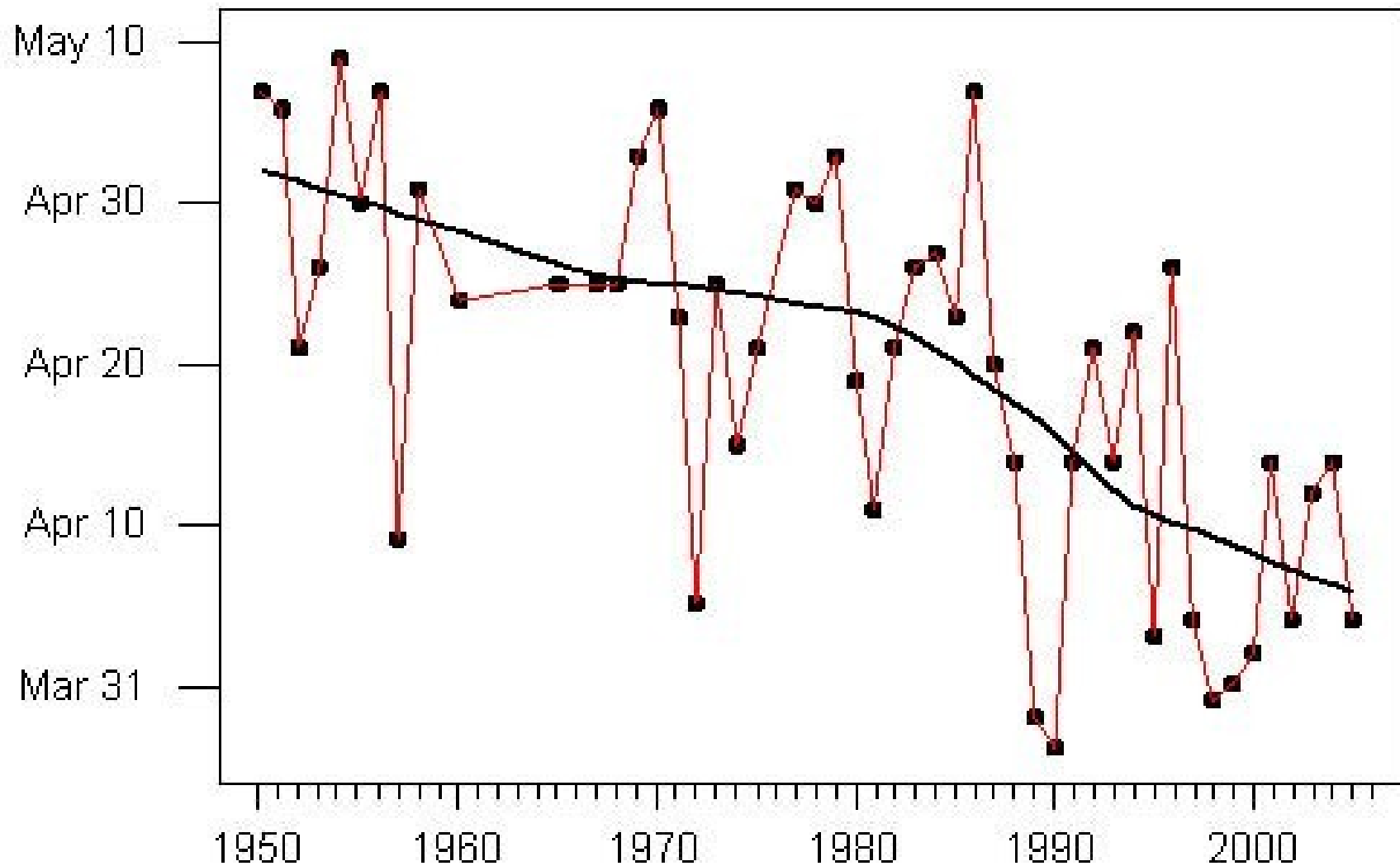


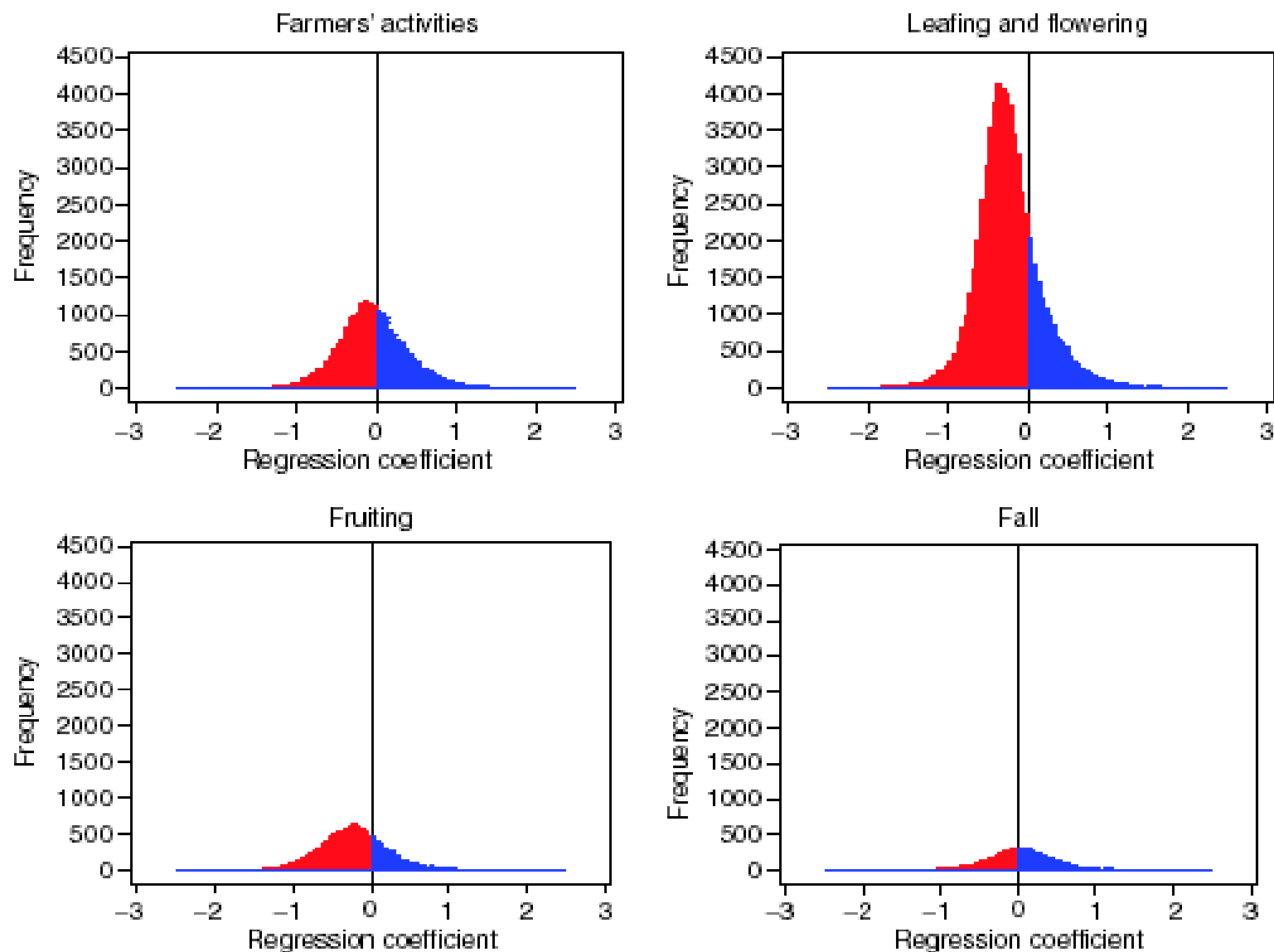
# ALLUVIONI NEL MONDO





## Ripresa vegetativa della Quercia in Gran Bretagna 1950-2005



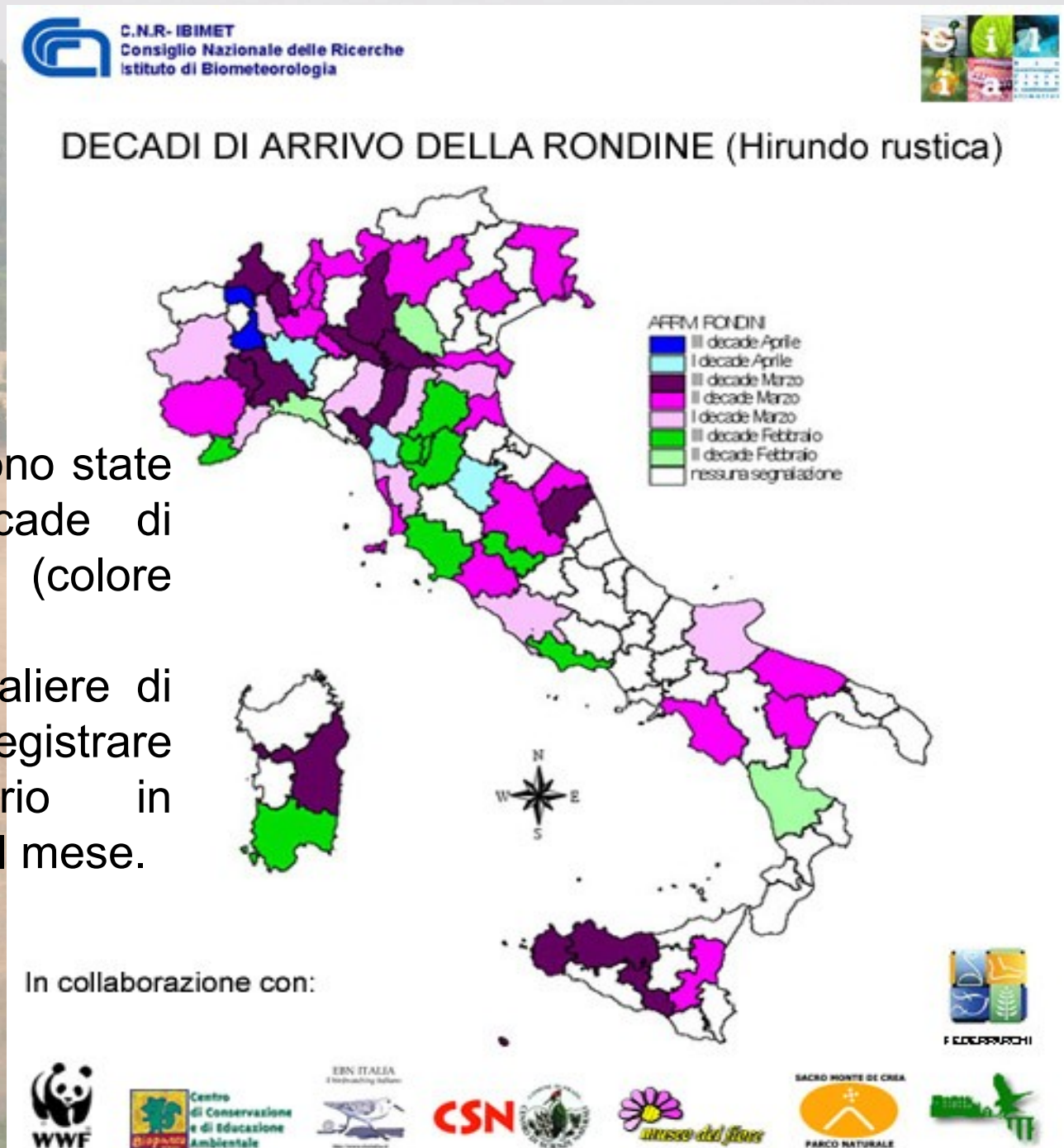


**Fig.3** Histograms of phenological trends in Europe. All temporal trends (1971–2000, time series 15+ years) as linear regression coefficients ( $\text{days yr}^{-1}$ ) systematically reported to the COST725 meta-analysis ( $n = 103\,199$ ) for four different groups.

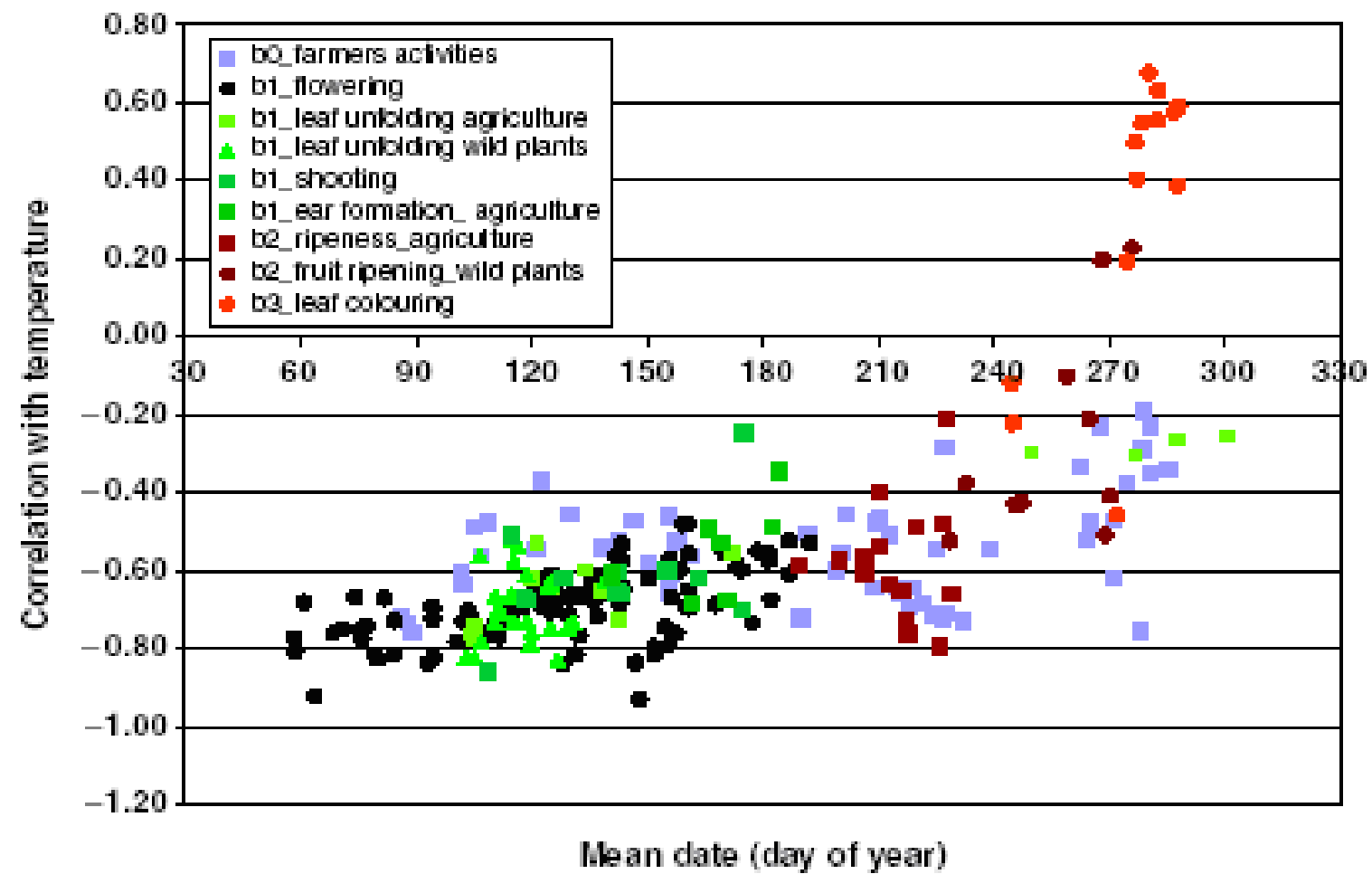
# Migrazioni: arrivo delle rondini in Italia 2004

Nel 2004 le prime Rondini sono state avvistate già dalla II decade di febbraio in varie province (colore verde).

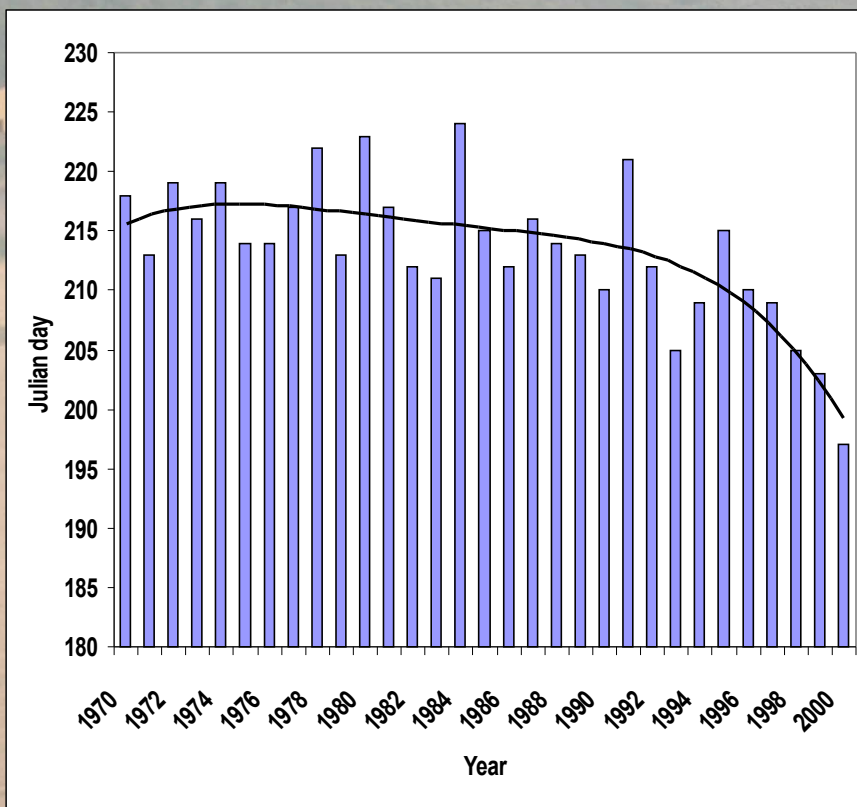
Le temperature medie giornaliere di febbraio hanno fatto registrare anomalie positive proprio in corrispondenza della metà del mese.



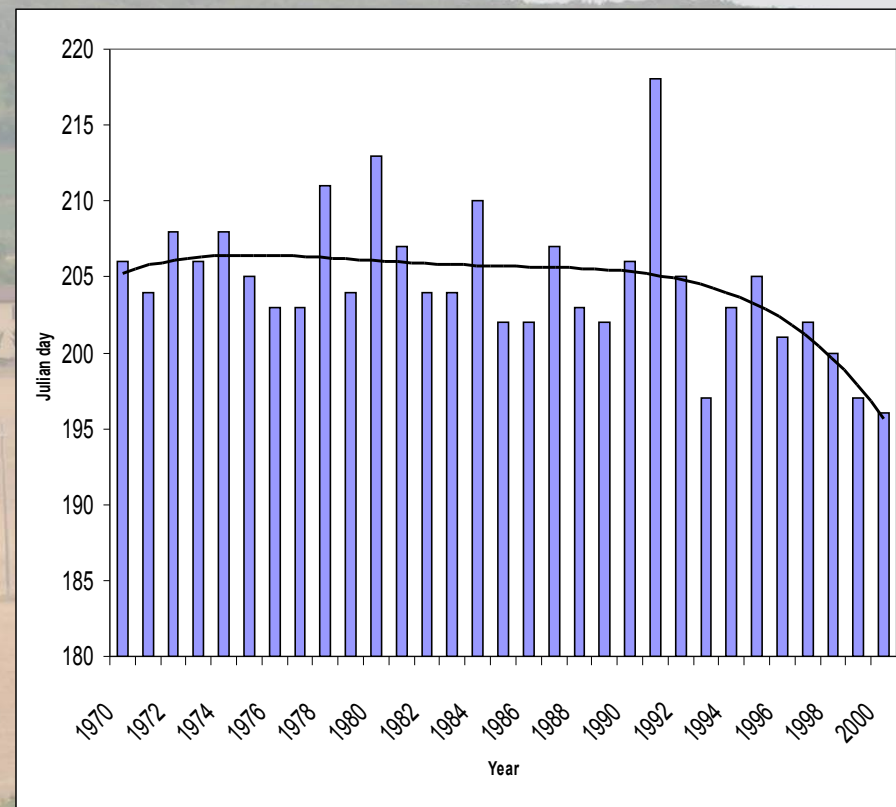




# Impatti sull'agricoltura



Bologna



Grosseto

**Anticipo della data di maturazione del girasole in  
Italia centrale**

# Impatti sull'agricoltura

Ad esempio, i vini del Veneto si stanno spostando dalla categoria dei vini da tavola a quella dei vini da dessert tipici delle regioni meridionali

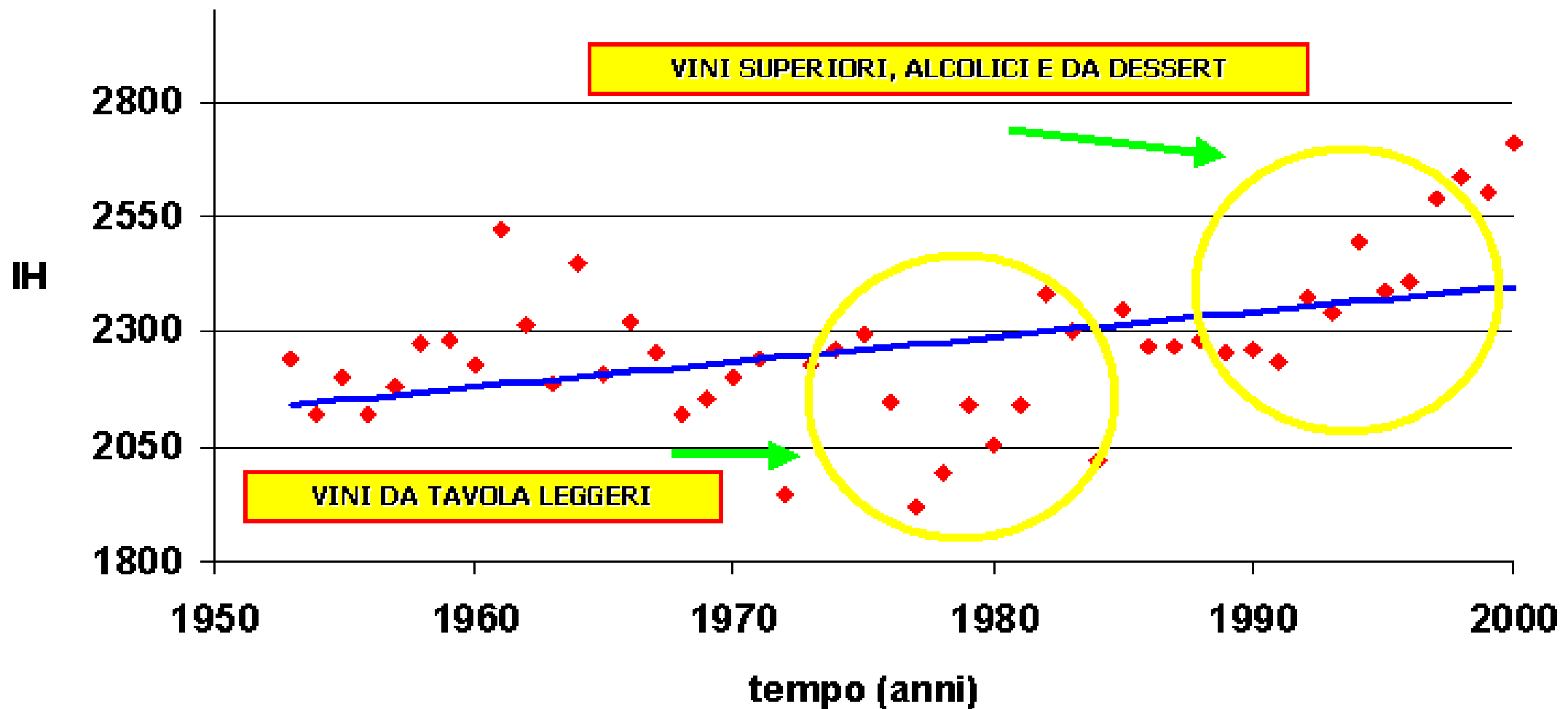
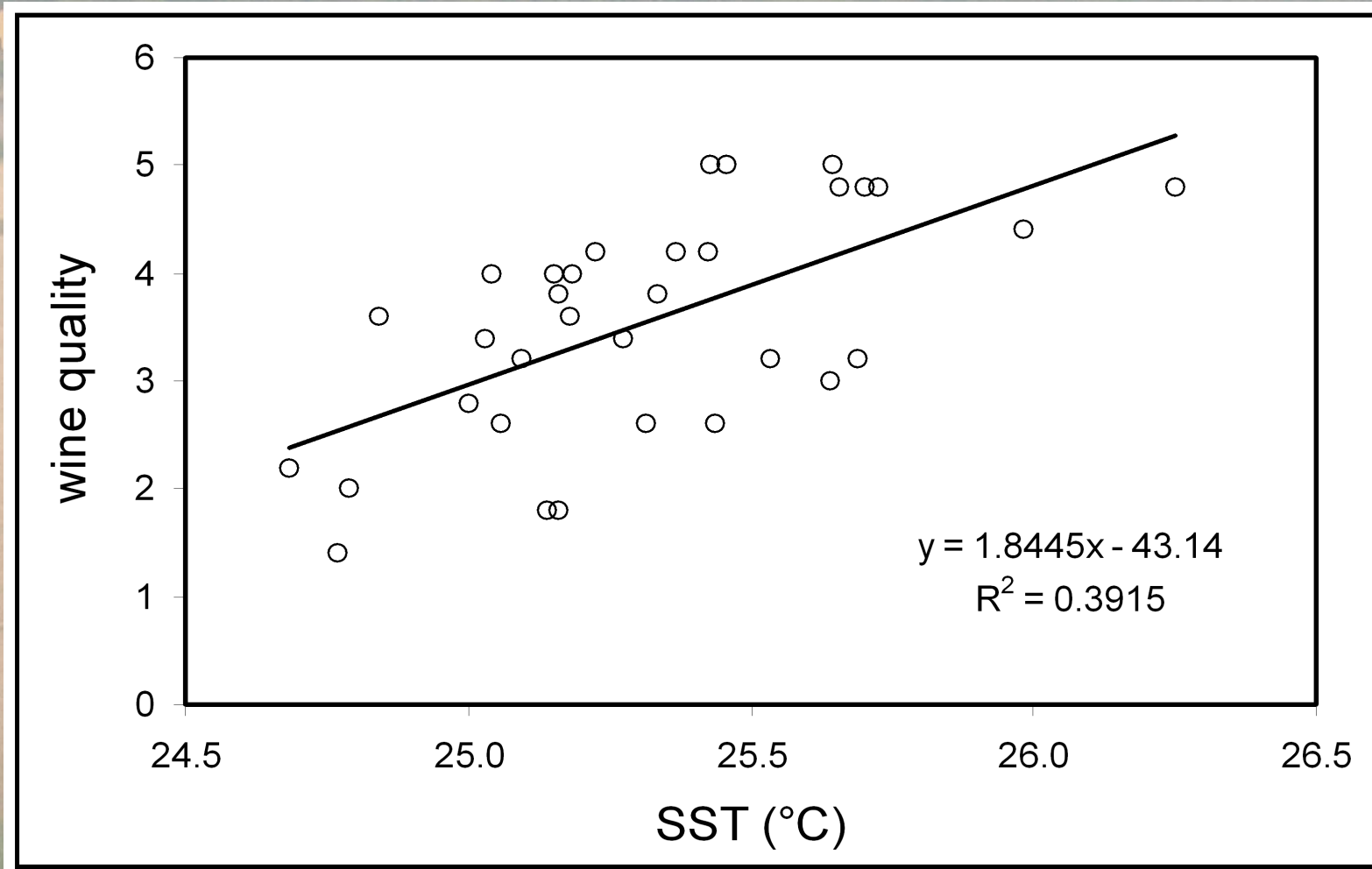
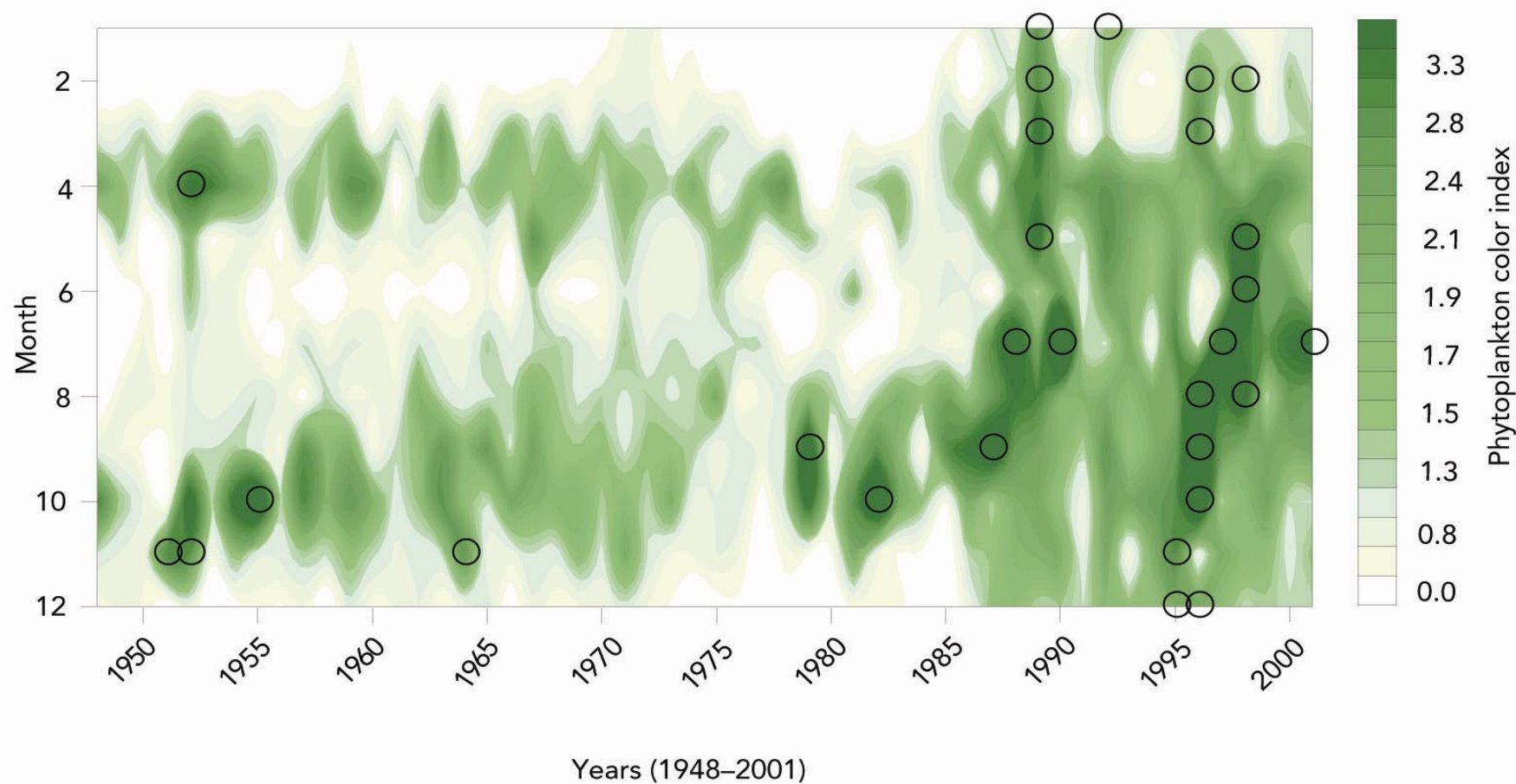




Figure 5. Rectilinear regression between wine quality and sea surface temperature over the Atlantic Ocean west of the Canaries for the May-June period (1970-2002). The determination coefficient ( $R^2$ ) and regression equation are indicated in the graph.

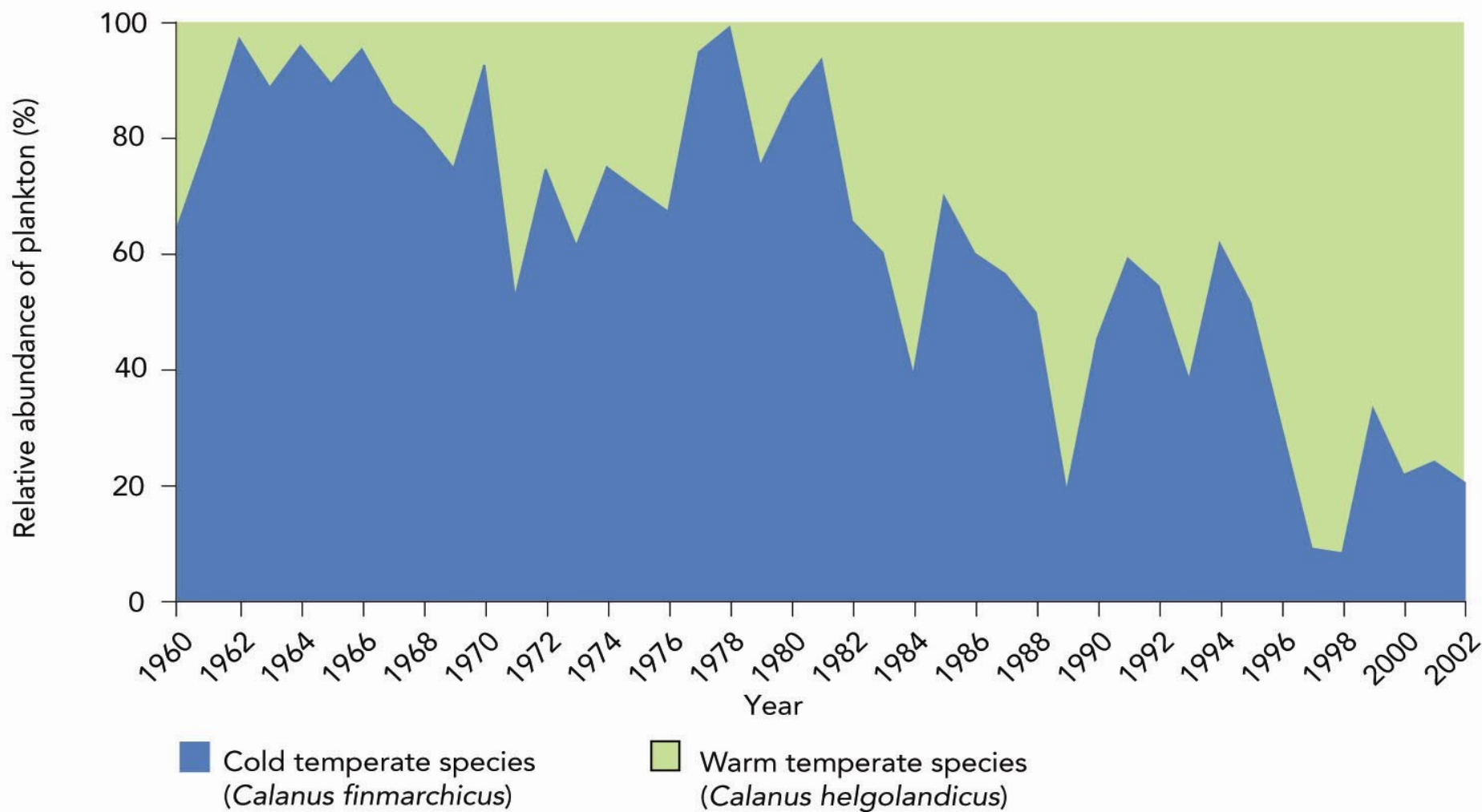


**Figure 3.13 Long-term monthly means of phytoplankton colour index in the central North Sea**



**Source:** M. Edwards, (SAHFOS), 2003.

**Figure 3.16 Changes in species composition between a cold temperate and a warm temperate species of copepod in the North Sea**



**Source:** Edwards, SAHFOS, 2003.



# BIOCENOSI MARINE DEL MEDITERRANEO

Spostamento verso Nord (alto Tirreno) di specie caratteristiche di biocenosi di acque più calde (es. *Thalassoma pavo*, *Sardinella aurata*, *Sphyraena sphyraena*, etc.) e scomparsa o diminuzione di specie tipiche di acque più fredde (es. *Sprattus sprattus*)

Incremento del tempo di permanenza di specie che in passato migravano verso Sud durante il periodo invernale

Infiltrazione di specie tropicali nel Mediterraneo (es. barracuda atlantici, pesce palla, *Caulerpa taxifolia*, etc.)



# **IN CONCLUSIONE CI POSSIAMO ASPETTARE:**

**Un numero maggiore di eventi estremi:  
ALLUVIONI /SICCITA'/GELATE  
SFASAMENTI STAGIONALI**