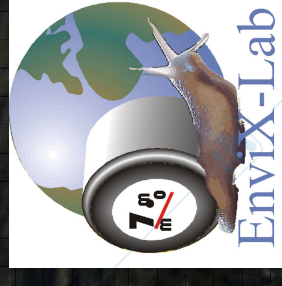


Ecologia del paesaggio

Maria Laura Carranza
Prof di Ecologia del paesaggio
(Specialistica STFA -
Agraria - Scienze MMFFNN)
carranza@unimol.it



Environmetrics-Lab

<http://www.distat.unimol.it/STAT/laboratori-1/environmetrica>

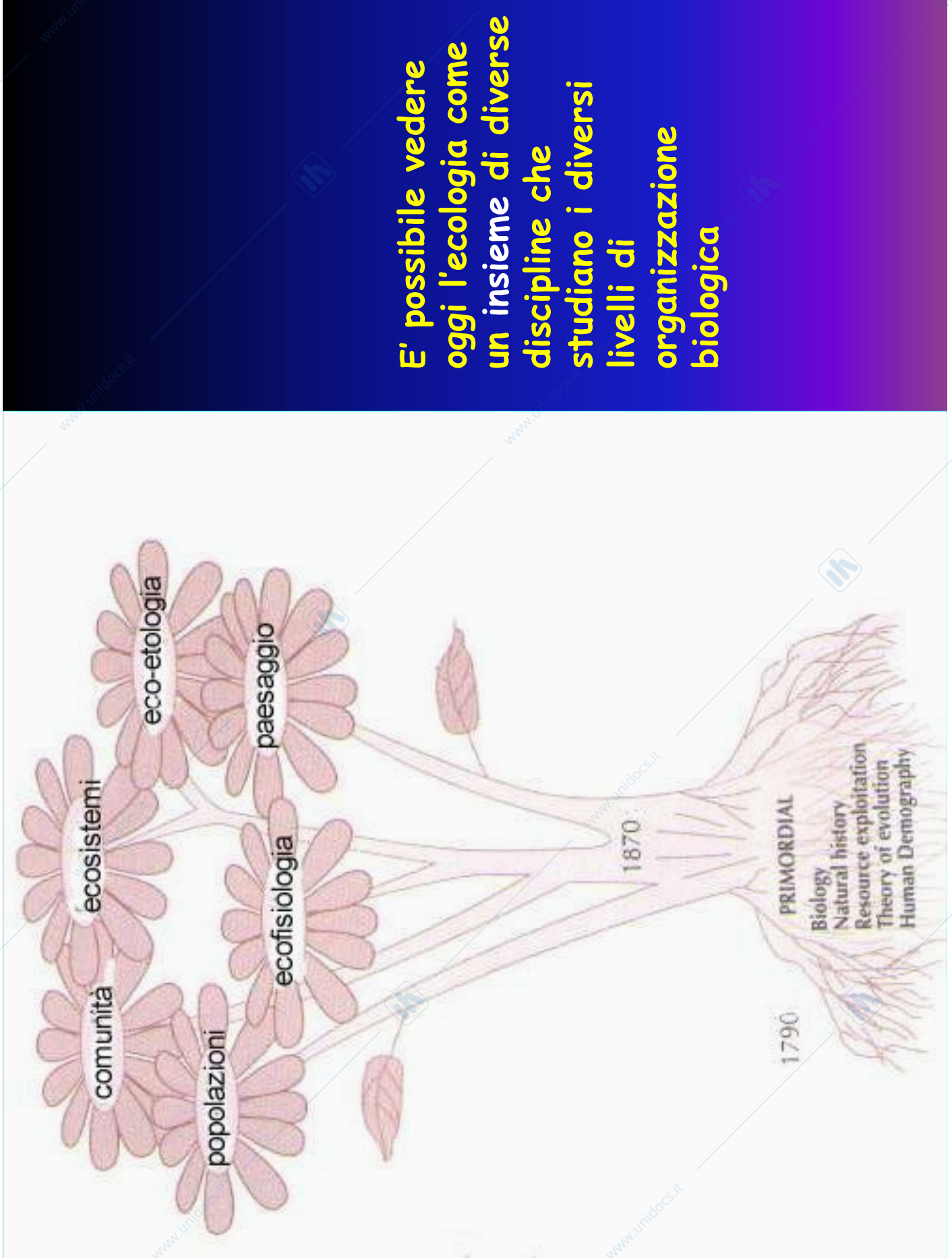
ECOLOGIA

definizioni

Ecologia è lo studio delle relazioni, della distribuzione e dell'abbondanza degli organismi nell'ambiente.

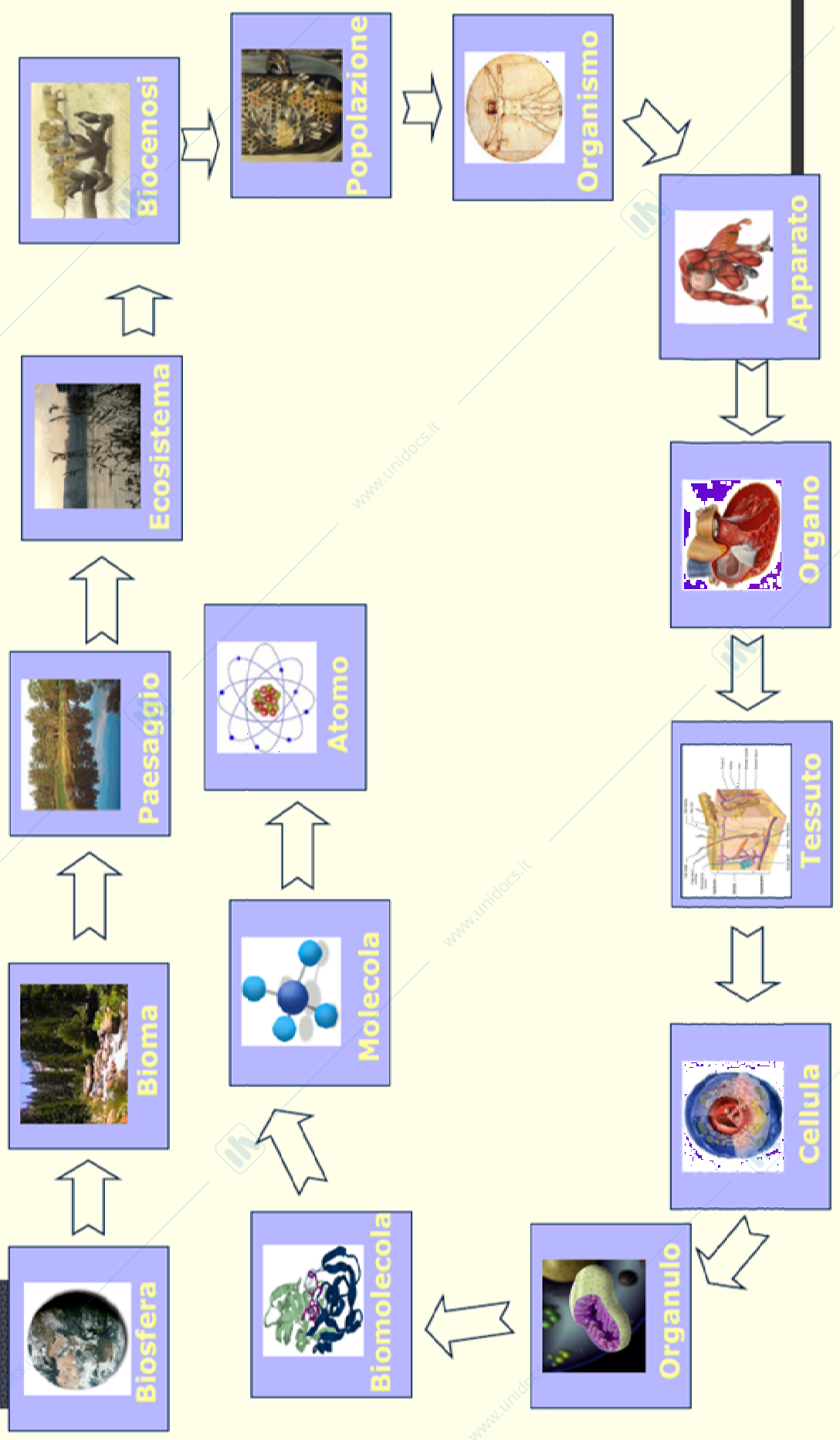
Disciplina che studia la distribuzione e l'abbondanza degli organismi sulla faccia della terra, le caratteristiche e le interazioni fisiche e chimiche ma specialmente biologiche che determinano suddette distribuzioni e abbondanze.

Krebs: "Ecologia è lo studio scientifico delle interazioni che determinano la distribuzione e l'abbondanza degli organismi"

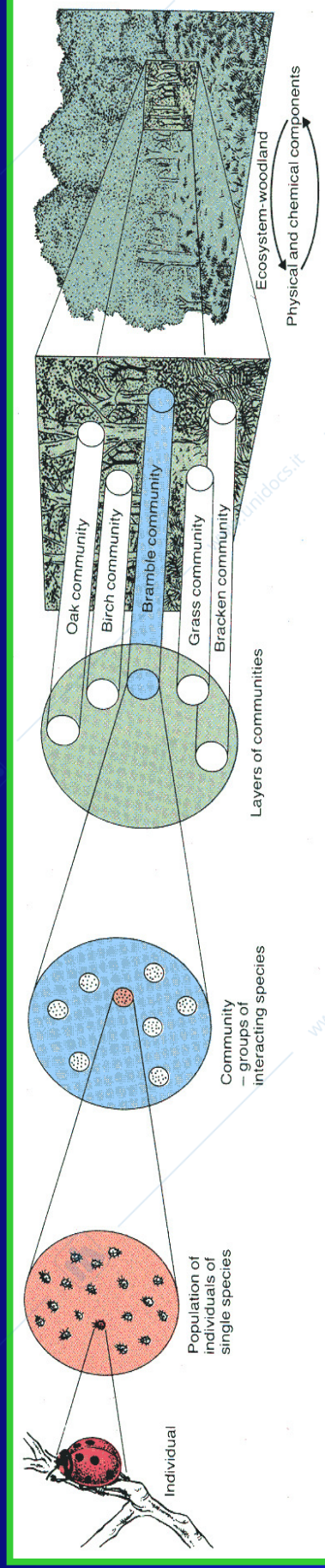


E' possibile vedere oggi l'ecologia come un insieme di diverse discipline che studiano i diversi livelli di organizzazione biologica

Livelli di organizzazione Biologica



Livelli di organizzazione degli organismi viventi



La somma dei componenti di un livello ha un valore aggiunto in termini funzionali (proprietà emergenti) es: *una foresta non è una somma di alberi*

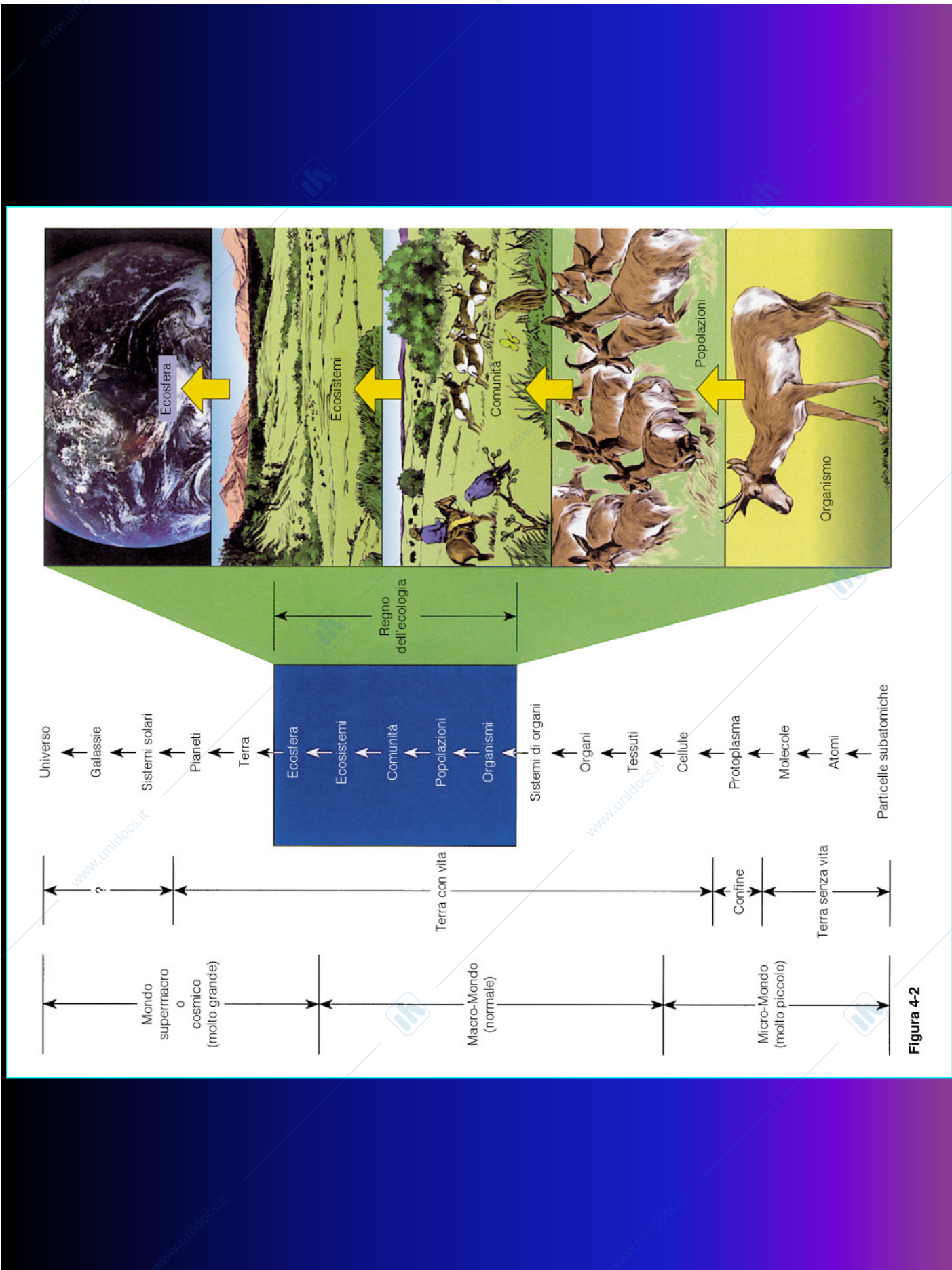


Figura 4-2

L'ecologia come un insieme di discipline

IN BASE AI LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE

- ✓ Ecologia del paesaggio
- ✓ Ecologia degli ecosistemi
- ✓ Ecologia di comunità
- ✓ Ecologia di popolazioni
- ✓ Ecologia degli individui - autoecologia

IN BASE ALL'AMBIENTE STUDIATO

- Habitat terrestri (Ecologia terrestre)
- Habitat marino (Ecologia marina)
- Habitat urbano (Ecologia urbana)

IN BASE ALL'ORGANISMO STUDIATO

- Piante (Ecologia vegetale)
- Animali (Ecologia animale)
- Uomo (Ecologia umana)
- Microorganismi (ecologia Microbica)

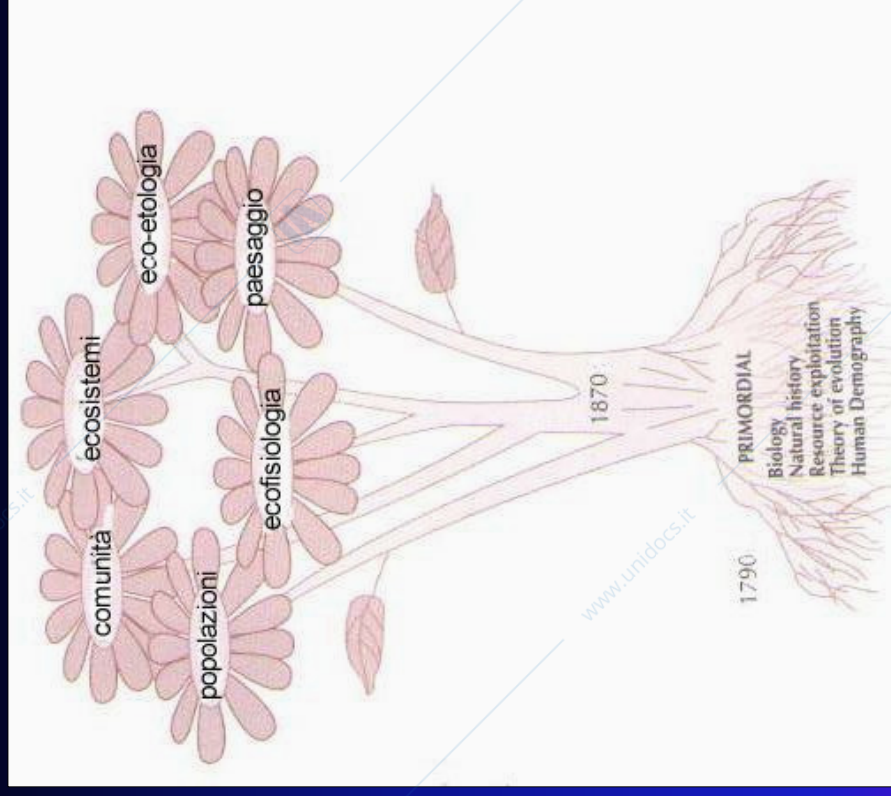
IN BASE ALL'APPLICAZIONE

- Ecologia della conservazione
- Ecologia della gestione
- Ecologia del recupero ambientale

Le diverse discipline della ecologia non sono isolate.



La maggior parte degli studi ecologici include più di una disciplina ecologica



Paesaggio

Forman & Godron, 1986. Porzione eterogenea di territorio composta da insiemi di ecosistemi interagenti e che si ripete con struttura riconoscibile, inquadrata in una determinata zona climatica e geomorfologica e con un determinato regime di disturbi.

Forman, 1986. Mosaico ove un insieme di ecosistemi locali e di usi del suolo si ripete con una struttura spaziale riconoscibile in un'area molto estesa (chilometri).

Ingegnoli, 1993. Il sistema di unità spaziali ecologicamente diverse, fra loro interrelate, cioè un sistema di ecosistemi o *metaecosistema*. Così come un sistema di cellule costituisce un tessuto, analogamente un sistema di ecosistemi costituisce un ecotessuto o paesaggio.

Convenzione Europea del paesaggio

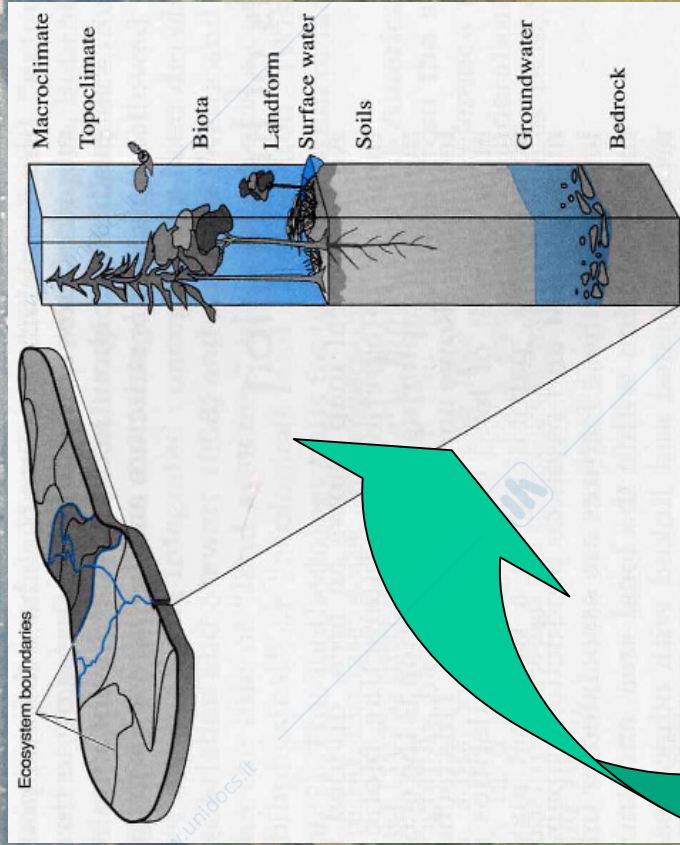
(Firenze, 20 ottobre 2000)

Il termine *Paesaggio* designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni.

Strumento per la salvaguardia, la gestione e la pianificazione di tutti i paesaggi europei.

Impegno a riconoscere il paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio *culturale e naturale* e fondamento della loro identità.

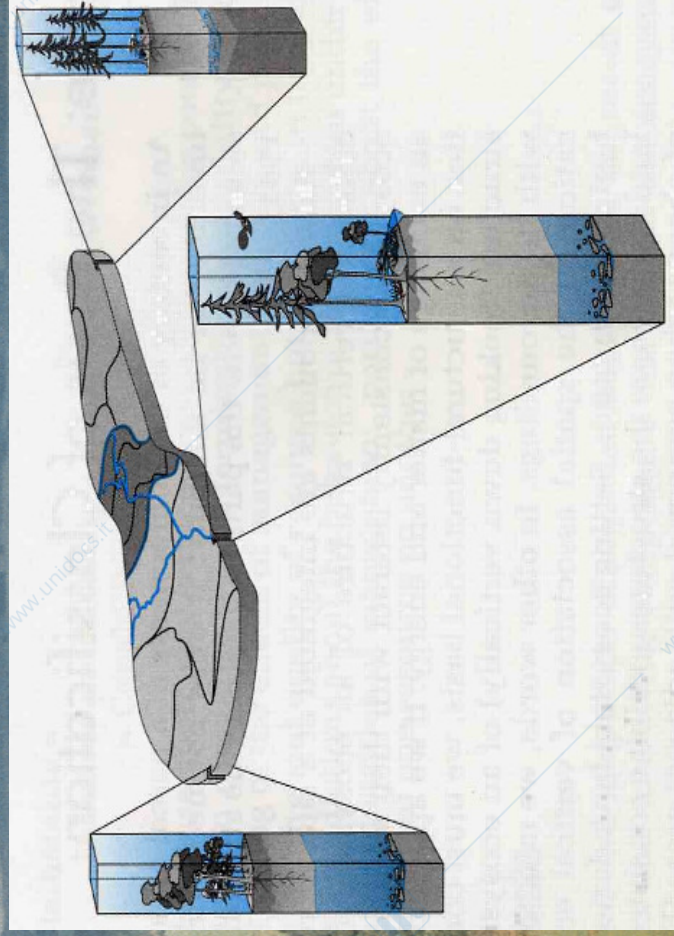
Insieme di ecosistemi



Ciò che un ecosistema è riconoscibile in base alla sua relativa omogeneità rispetto all'ambiente circostante. La delimitazione dipende dalla scala di osservazione.

struttura verticale:

organizzazione spaziale dei diversi elementi costitutivi di un ecosistema



I limiti tra ecosistemi vengono stabiliti dove la struttura verticale mostra un grado di cambiamento significativo rispetto alle aree adiacenti

struttura orizzontale o pattern:

organizzazione spaziale degli ecosistemi che costituiscono un paesaggio

ECOLOGIA DEL PAESAGGIO

L'ecologia del paesaggio studia le cause e le conseguenze ecologiche dei "pattern" (modelli di distribuzione) spaziali nell'ambiente

- L'ecologia del paesaggio pone in rilievo gli effetti ecologici del "pattern" su scale spaziali vaste (aree o regioni estese) (Turner 1989).
- L'ecologia del paesaggio si occupa degli effetti della configurazione spaziale dei mosaici su un'ampia varietà di fenomeni ecologici (Wiens *et al.* 1993).
- L'ecologia del paesaggio promuove la creazione di modelli e di teorie delle relazioni spaziali, la raccolta di nuovi tipi di dati sul "pattern" spaziale e sulla dinamica spaziale in scale prese raramente in considerazione in altre branche dell'ecologia (Pickett e Cadenasso 1995).

L'ecologia del paesaggio affronta problemi che mettono in relazione la struttura spaziale con i processi ecologici



Cause e conseguenze dell'eterogeneità spaziale

E delle variazioni temporale (differenze nel corso del tempo)

Forman, 1995: tre aspetti fondamentali del paesaggio

Struttura: ciò che è presente e come è disposto; macchie, corridoi, matrici

Funzione: le interazioni tra gli elementi del paesaggio; connettività, barriere

Cambiamento: sia la struttura, sia la funzione non sono costanti

Quesiti principali dell'ecologia del paesaggio:

Come sono i paesaggi ?

Analisi multiscala e tecniche relative

Analisi della composizione e struttura del paesaggio

Come cambiano i paesaggi?

Analisi multitemporale

Come si sono sviluppati i paesaggi attuali ?

Genesi del paesaggio, correlazione variabili spaziali,

Classificazione territoriale gerarchica, ecc

Come il pattern del paesaggio condiziona i diversi livelli di biodiversità

Popolazioni e metapopolazioni (source-sink relations, connettività tra habitats e persistenza delle popolazioni)

Comunità ed analisi della diversità beta e gamma

Processi ecosistemici (biogeochimici, idrologici, produttività)

Per rispondere a questi quesiti

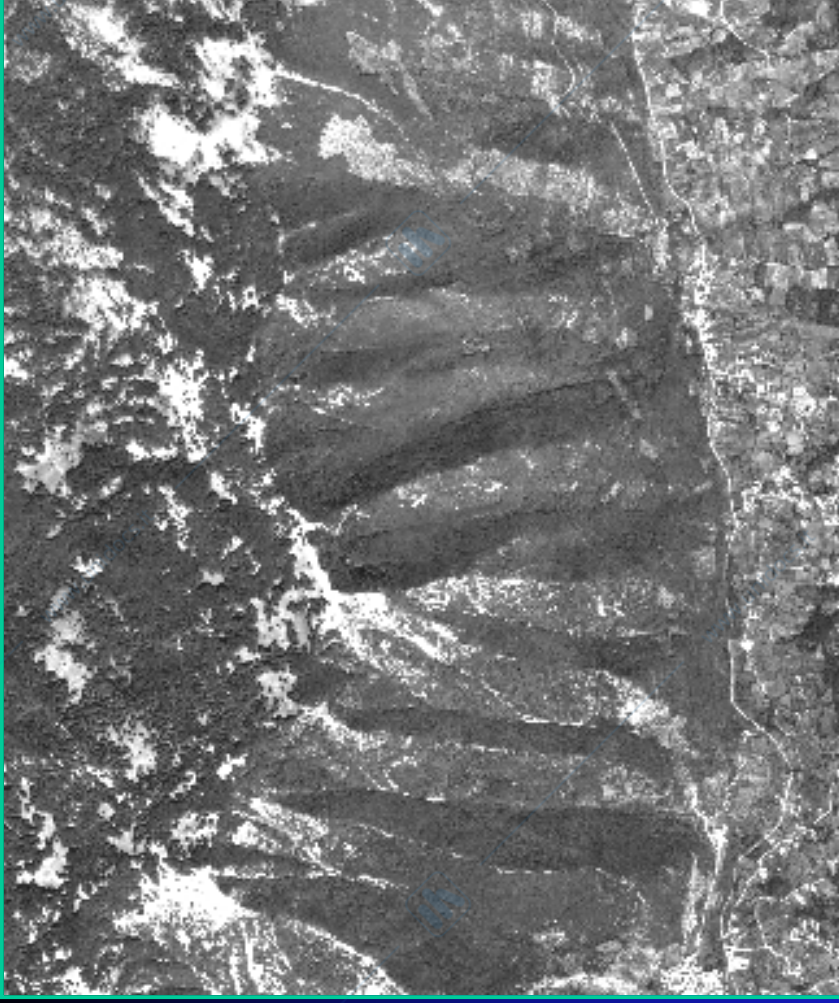
- **Dati in ecologia del paesaggio**
- **Tecniche e metodologie di analisi**
- **Applicazioni**

Dati

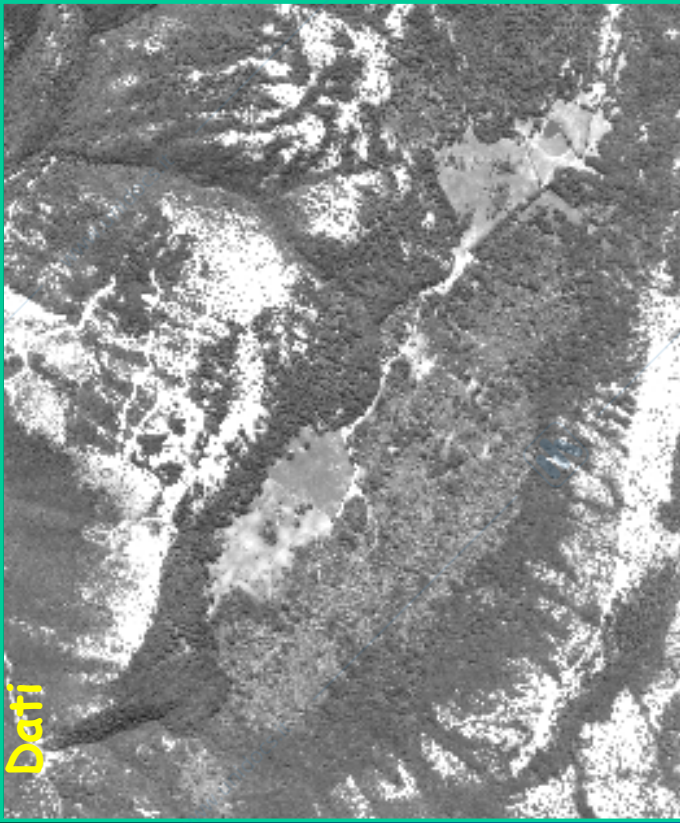
Dati usati in ecologia del paesaggio

- **Fotografia aerea (foto disponibili dagli anni '30 in poi)**



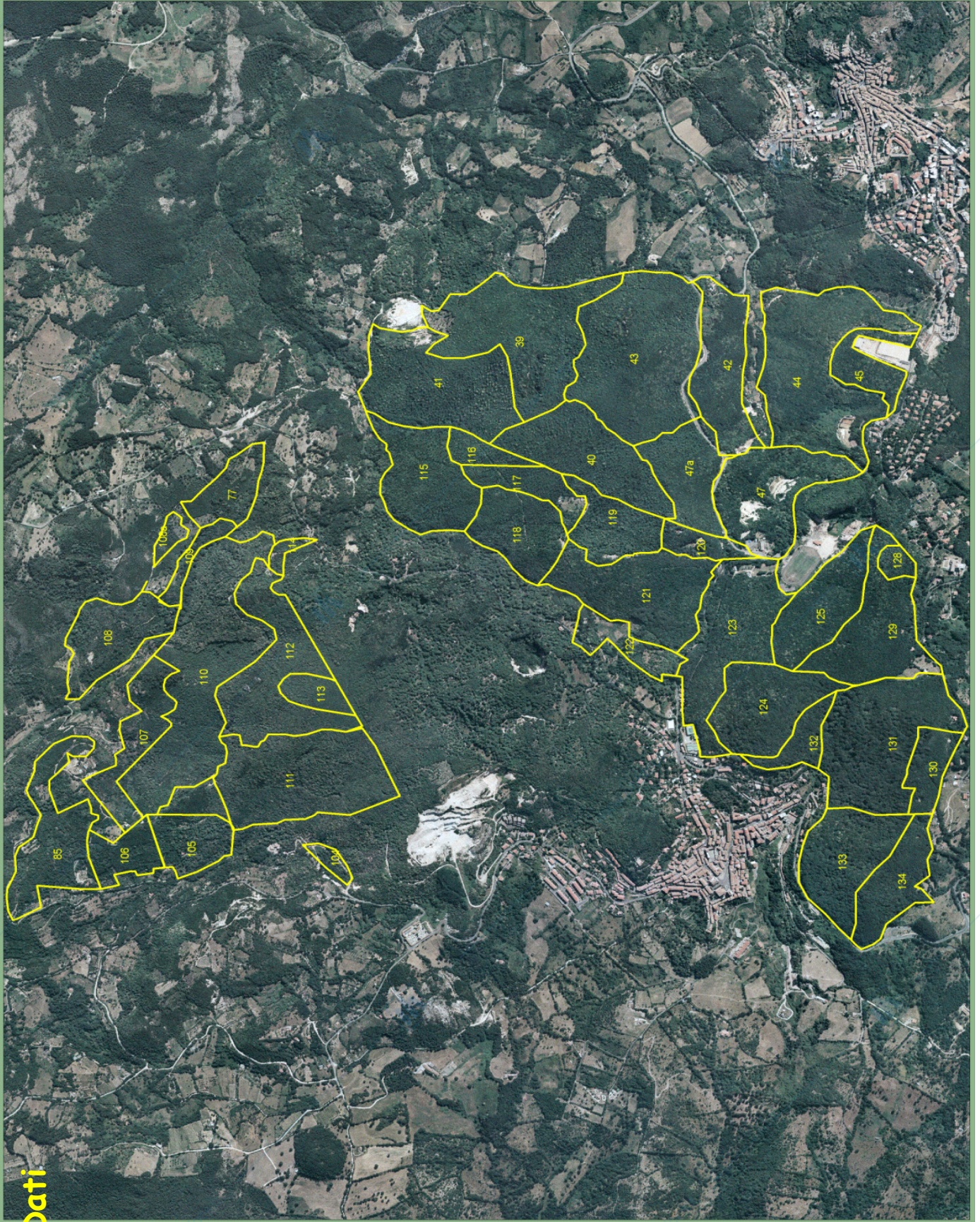


Particolari di foto aeree dei Monti Lepini



Dati

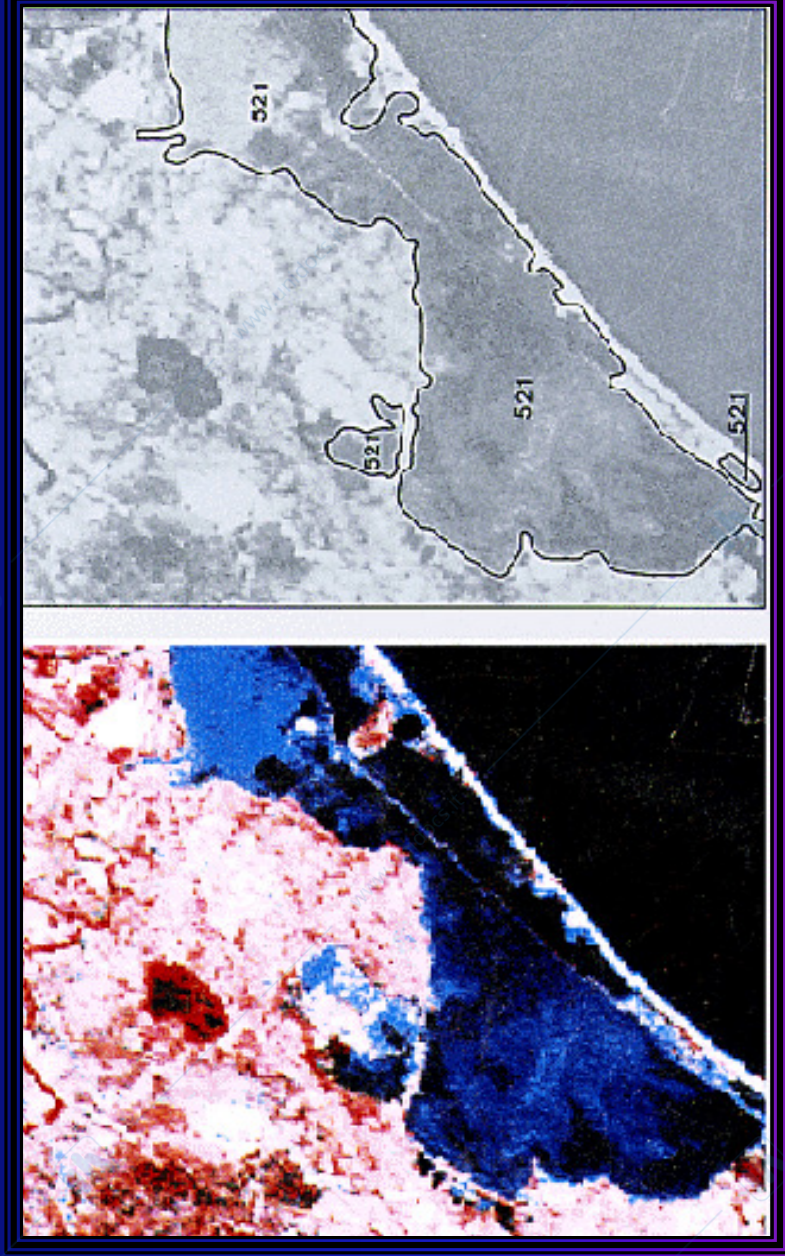




Dati

Dati

- **Telerilevamento satellitare (immagini che forniscono una copertura mondiale frequente e estesa)**



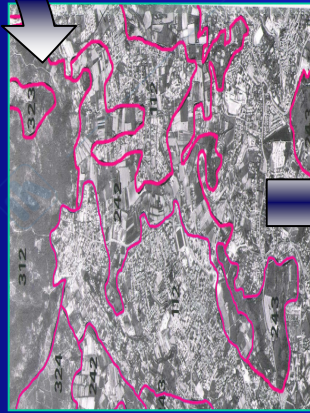
Dati

- **Dati e censimenti pubblicati, in particolare per confronti temporali che si estendono a ritroso nel tempo oltre la fotografia aerea.**

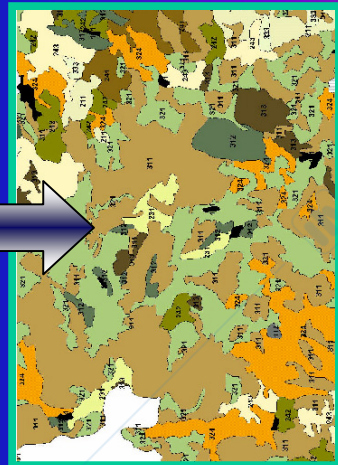


Dati

Cartografia tematica

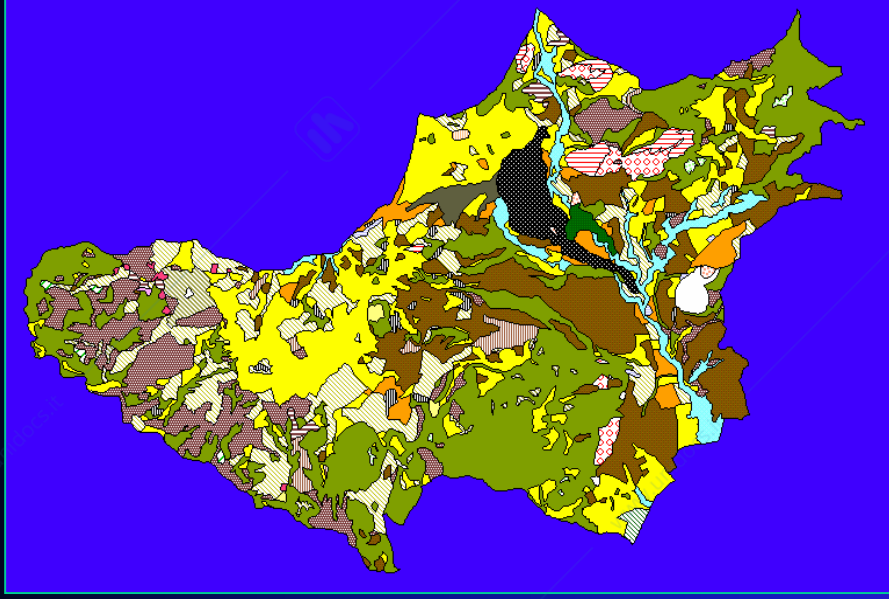


fotointerpretazione



Cartografia della copertura
del suolo

Copertura del suolo del
comune di Isernia



Legenda del CORINE Land Cover

Dati

La legenda si articola su 3 livelli.

Il primo comprende 5 voci generali che abbracciano le maggiori categorie di copertura del suolo del pianeta:

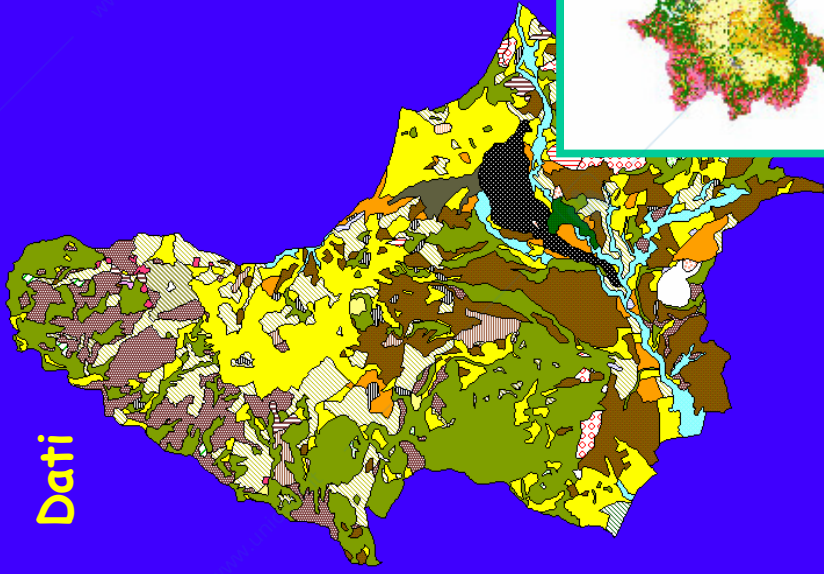
1. SUPERFICI ARTIFICIALI
2. TERRITORI AGRICOLI
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI
4. ZONE UMIDE
5. CORPI IDRICI

Il secondo livello comprende 15 voci,

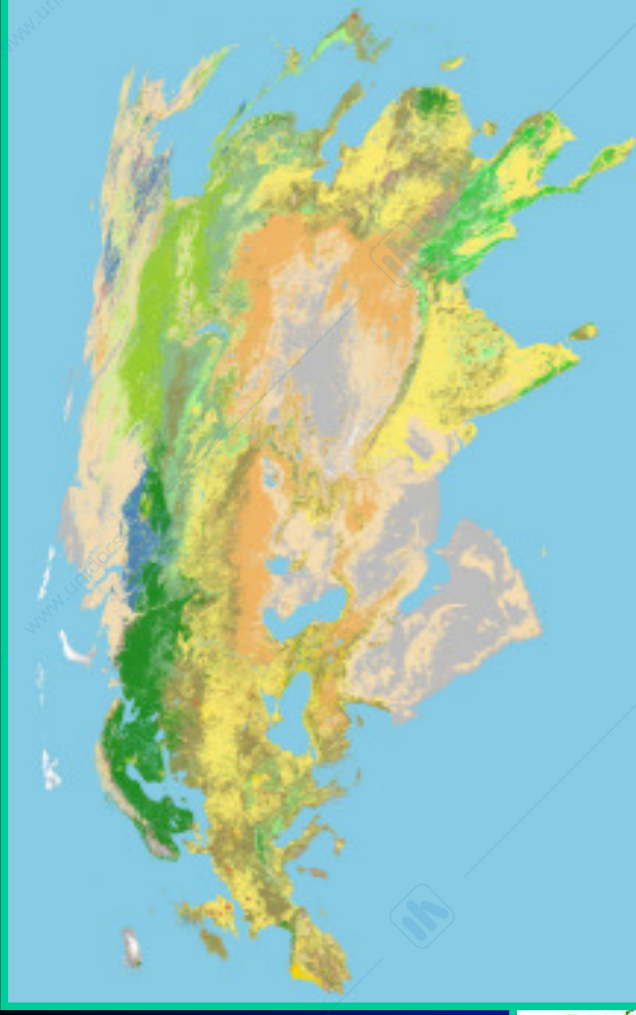
Il terzo livello comprende 44 voci dettagliate

Livello 1		Livello 2		Livello 3	
1. Superfici artificiali	1.1 Edificio urbano 1.2 Aree industriali, commerciali e reti di comunicazione 1.3 Cave, miniere, discariche e aree in costruzione 1.4 Aree verdi artificiali non agricole	1.1.1 Edificio urbano continuo 1.1.2 Edificio urbano discontinuo 1.2.1 Unità industriali e commerciali 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie e zone di pertinenza 1.2.3 Aree portuali 1.2.4 Aeroporti 1.3.1 Aree estrattive 1.3.2 Discariche 1.3.3 Aree in costruzione 1.4.1 Aree urban verdi 1.4.2 Strutture di sport e tempo libero	2.1 Terre arabili 2.2 Coltivazioni legnose agrarie 2.3 Pascoli 2.4 Aree agricole eterogenee	2.1.1 Terre arabili non irrigate 2.1.2 Terre irrigate permanentemente 2.1.3 Etsale 2.2.1 Vigneti 2.2.2 Alberi e arbusti da frutto 2.2.3 Oliveti 2.3.1 Pascoli 2.4.1 Coltivazioni annuali e colture permanenti 2.4.2 Aree agricole a struttura complessa 2.4.3 Coltivazioni agricole e vegetazione natural 2.4.4 Aree agro-forestali	1.1.1 Edificio urbano continuo 1.1.2 Edificio urbano discontinuo 1.2.1 Unità industriali e commerciali 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie e zone di pertinenza 1.2.3 Aree portuali 1.2.4 Aeroporti 1.3.1 Aree estrattive 1.3.2 Discariche 1.3.3 Aree in costruzione 1.4.1 Aree urban verdi 1.4.2 Strutture di sport e tempo libero 2.1.1 Terre arabili non irrigate 2.1.2 Terre irrigate permanentemente 2.1.3 Etsale 2.2.1 Vigneti 2.2.2 Alberi e arbusti da frutto 2.2.3 Oliveti 2.3.1 Pascoli 2.4.1 Coltivazioni annuali e colture permanenti 2.4.2 Aree agricole a struttura complessa 2.4.3 Coltivazioni agricole e vegetazione natural 2.4.4 Aree agro-forestali
3. Aree forestali e seminaturali	3.1 Boschi e foreste 3.2 Vegetazione erbacea e/o arbustiva	3.1.1 Boschi di latifoglie 3.1.2 Boschi di conifere 3.1.3 Boschi misti 3.2.1 Praterie naturali 3.2.2 Brughiere 3.2.3 Vegetazione a sclerofille 3.2.4 Aree di transizione cespugliato-bosco 3.3.1 Spiagge e dune 3.3.2 Roccia nuda 3.3.3 Aree con vegetazione sparsa 3.3.4 Aree incendiate 3.3.5 Ghiacciai e nevi permanenti	3.1.1 Boschi di latifoglie 3.1.2 Boschi di conifere 3.1.3 Boschi misti 3.2.1 Praterie naturali 3.2.2 Brughiere 3.2.3 Vegetazione a sclerofille 3.2.4 Aree di transizione cespugliato-bosco 3.3.1 Spiagge e dune 3.3.2 Roccia nuda 3.3.3 Aree con vegetazione sparsa 3.3.4 Aree incendiate 3.3.5 Ghiacciai e nevi permanenti	3.1.1 Boschi di latifoglie 3.1.2 Boschi di conifere 3.1.3 Boschi misti 3.2.1 Praterie naturali 3.2.2 Brughiere 3.2.3 Vegetazione a sclerofille 3.2.4 Aree di transizione cespugliato-bosco 3.3.1 Spiagge e dune 3.3.2 Roccia nuda 3.3.3 Aree con vegetazione sparsa 3.3.4 Aree incendiate 3.3.5 Ghiacciai e nevi permanenti	3.1.1 Boschi di latifoglie 3.1.2 Boschi di conifere 3.1.3 Boschi misti 3.2.1 Praterie naturali 3.2.2 Brughiere 3.2.3 Vegetazione a sclerofille 3.2.4 Aree di transizione cespugliato-bosco 3.3.1 Spiagge e dune 3.3.2 Roccia nuda 3.3.3 Aree con vegetazione sparsa 3.3.4 Aree incendiate 3.3.5 Ghiacciai e nevi permanenti
4. Zone umide	4.1 Zone umide interne 4.2 Zone umide marine	4.1.1 Aree interne palustri 4.1.2 Torbiere 4.2.1 Paludi di acqua salmastra 4.2.2 Saline 4.2.3 Zone intertidali	4.1.1 Aree interne palustri 4.1.2 Torbiere 4.2.1 Paludi di acqua salmastra 4.2.2 Saline 4.2.3 Zone intertidali	4.1.1 Aree interne palustri 4.1.2 Torbiere 4.2.1 Paludi di acqua salmastra 4.2.2 Saline 4.2.3 Zone intertidali	4.1.1 Aree interne palustri 4.1.2 Torbiere 4.2.1 Paludi di acqua salmastra 4.2.2 Saline 4.2.3 Zone intertidali
5. Acque superficiali	5.1 Acque interne 5.2 Acque marine	5.1.1 Corsi d'acqua 5.1.2 Corpi d'acqua 5.2.1 Lagune 5.2.2 Delta ed estuari 5.2.3 Mari e oceani	5.1.1 Corsi d'acqua 5.1.2 Corpi d'acqua 5.2.1 Lagune 5.2.2 Delta ed estuari 5.2.3 Mari e oceani	5.1.1 Corsi d'acqua 5.1.2 Corpi d'acqua 5.2.1 Lagune 5.2.2 Delta ed estuari 5.2.3 Mari e oceani	5.1.1 Corsi d'acqua 5.1.2 Corpi d'acqua 5.2.1 Lagune 5.2.2 Delta ed estuari 5.2.3 Mari e oceani

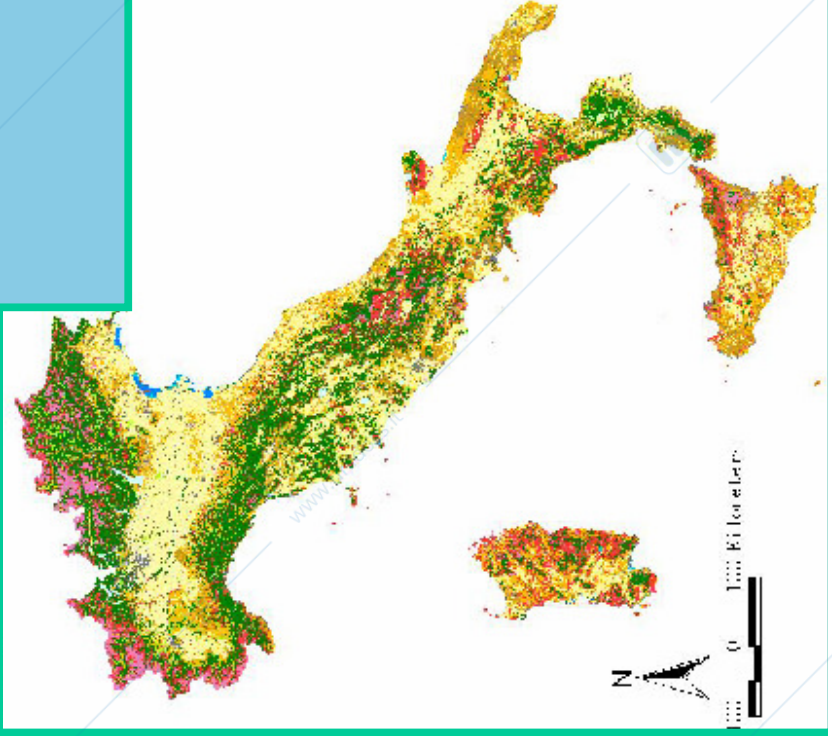
Dati



Copertura del suolo del comune di Isernia



Copertura del suolo del continente euroasiatico

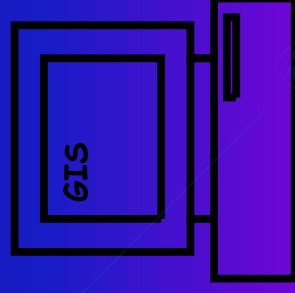


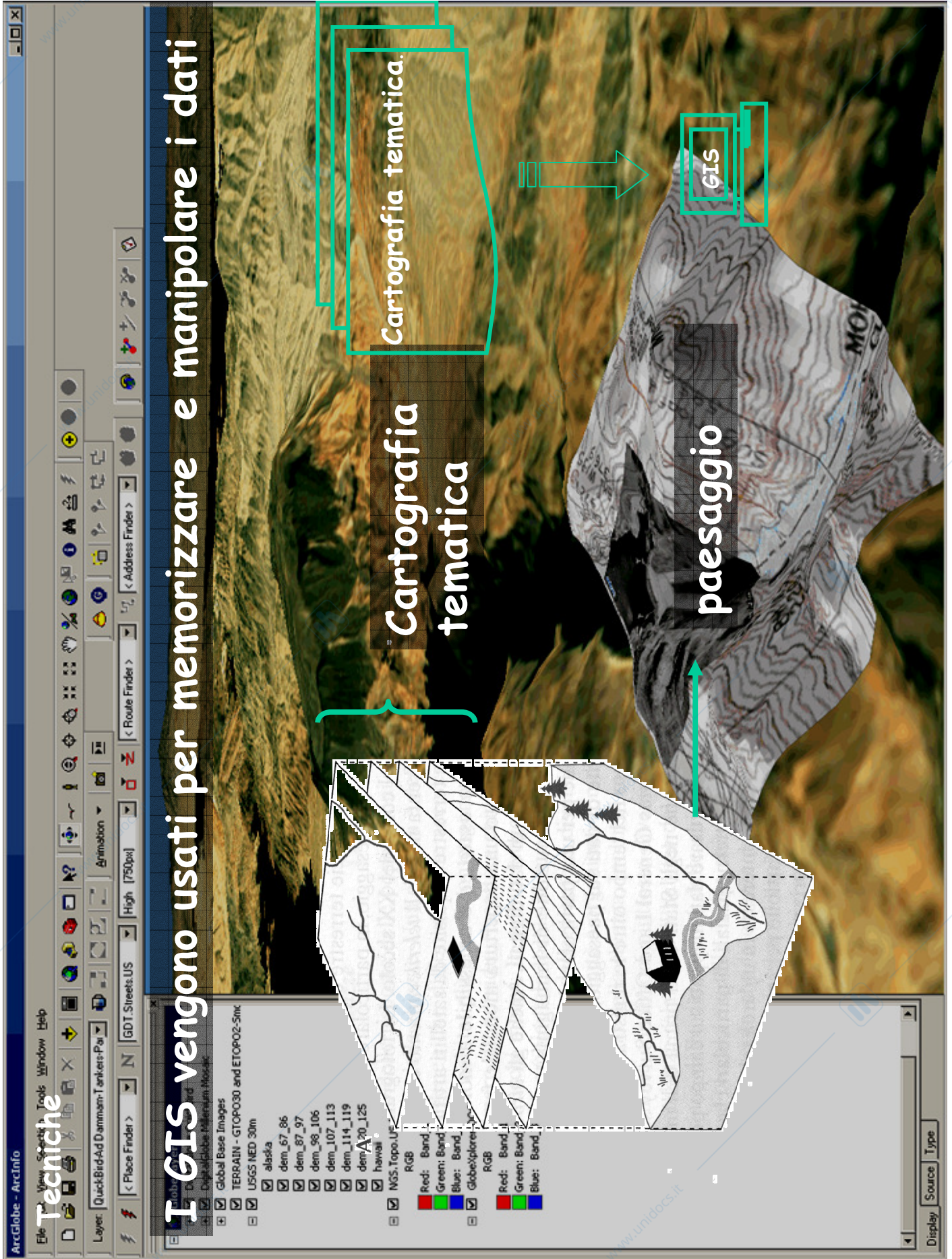
Copertura del suolo d'Italia

Tecniche

Tecniche usate in ecologia del paesaggio

- ✓ computer per l'analisi di dati spaziali
- ✓ sistemi di informazione geografica (GIS)
- ✓ modelli di simulazione
- ✓ esperimenti in campo su vasta scala





Tecniche

I GIS vengono usati per memorizzare e manipolare i dati

Cartografia tematica

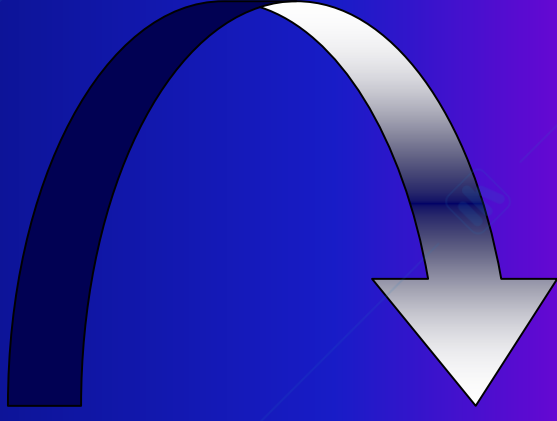
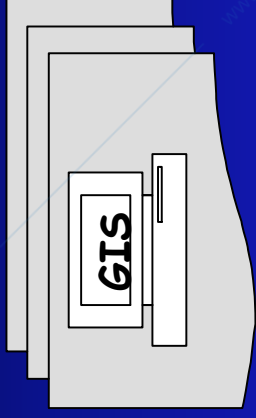
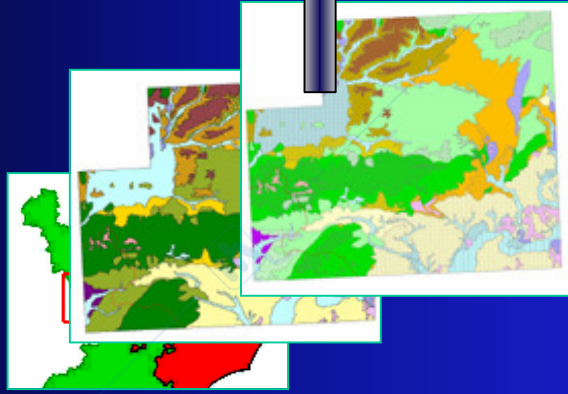
Cartografia tematica

paesaggio

GIS

Tecniche

I GIS vengono utilizzati per memorizzare e manipolare i dati

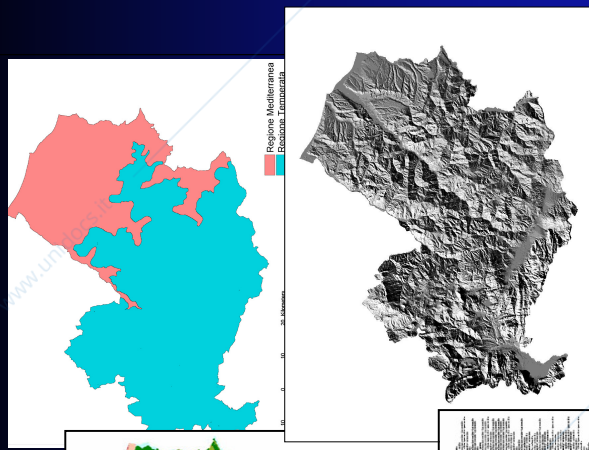


**Sovrapposizione dei
tematismi e
gestione
cartografica**

Classificazione gerarchica del territorio a scala regionale:

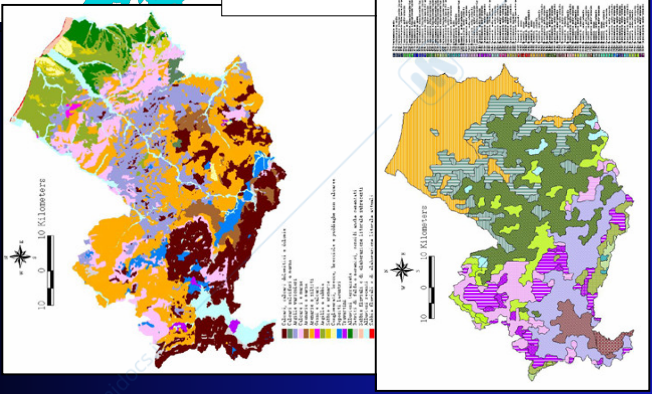
Per es.

Macroclima



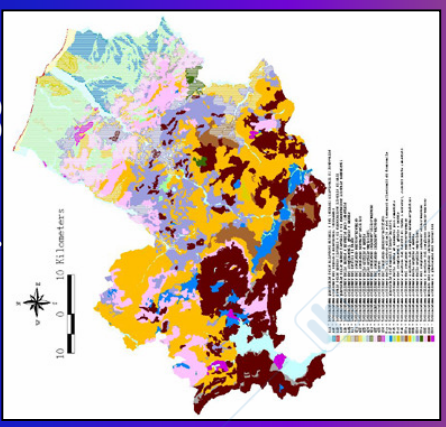
Modello digitale di elevazione del terreno (DEM)

Litologia

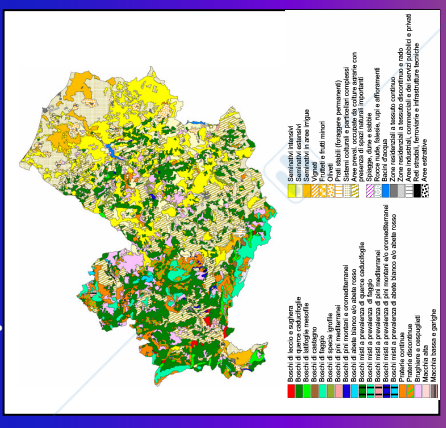


Tipi climatici

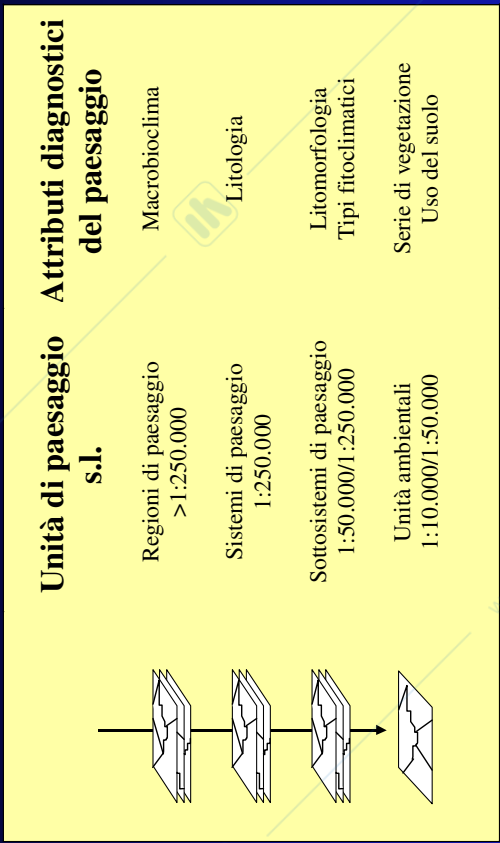
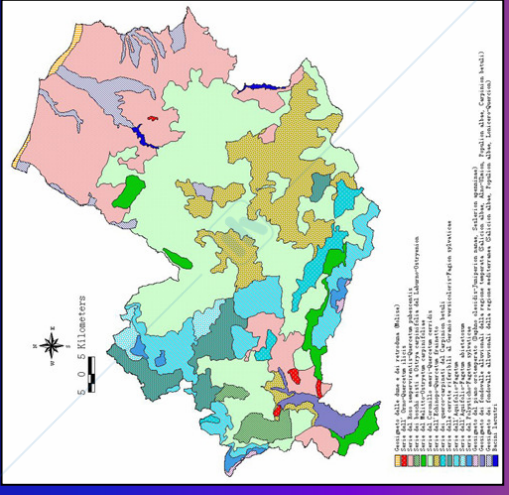
Sottosistemi di paesaggio



Copertura del suolo

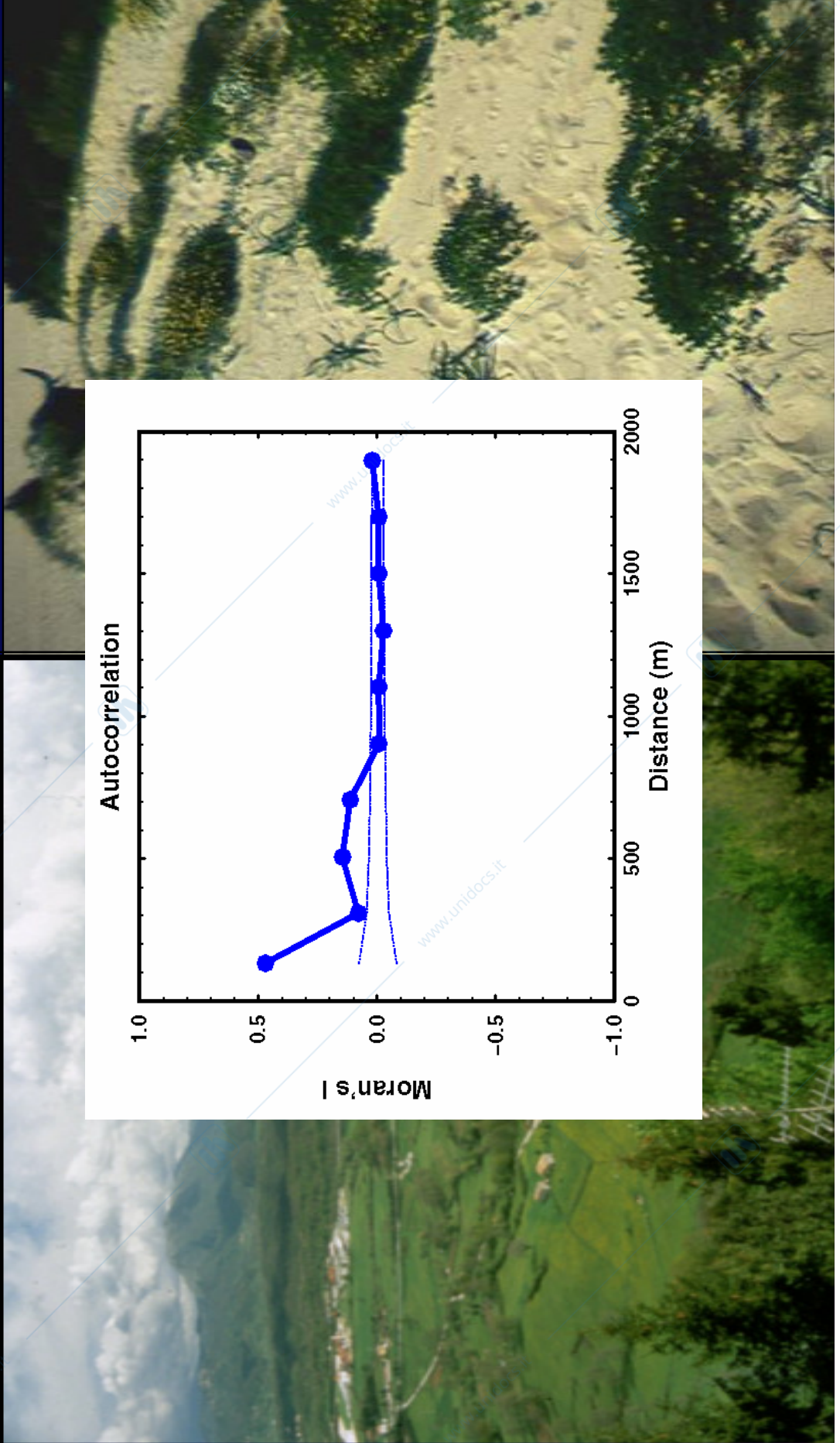


Unità ambientali del Molise



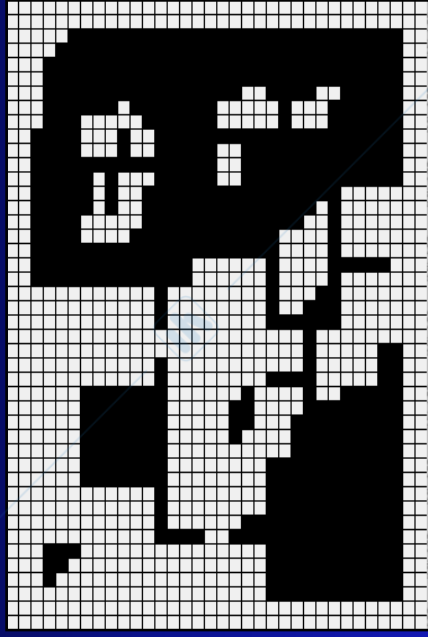
Tecniche

Tecniche di Individuazione della scala (SCALING TECHNIQUES) e tecniche di spazializzazione (geostatistica)

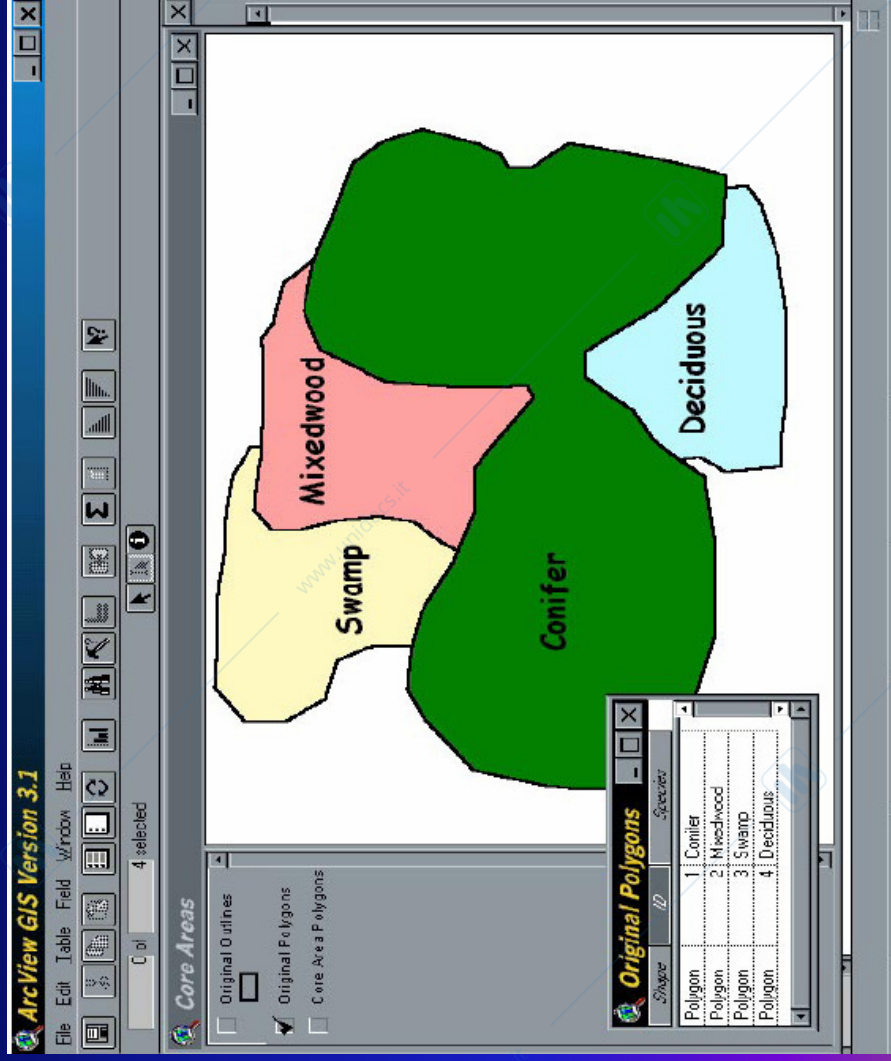


Tecniche

Tecniche di analisi della struttura del paesaggio



- Foreground (forest)
- Background (non-forest)



Tecniche

Metodi per valutare il cambiamento del paesaggio (Change Detection Methods)

I dati più semplici per valutare il cambiamento del paesaggio sono quelli derivati dall'osservazione della stessa porzione di territorio in due date diverse.



Ad esempio compariamo due carte di copertura del suolo della stessa area generate tramite classificazione di immagini da satellite corrispondenti a due date, e osserviamo in che misura molte celle (pixels) sono cambiate da una data all'altra.

La matrice P rappresenta una descrizione completa dei cambiamenti delle diverse tipologie di copertura del suolo osservati nel periodo di tempo considerato.

Matrice di transizione P

		t2				
	0	1	2	3	4	5
0	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}
1	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}
2	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}
3	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}
4	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}
5	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}

$$p_{ij} = p_{ij} / \text{anni}$$

$$p_{ii} = 1.0 - \sum_j (p_{ij})$$



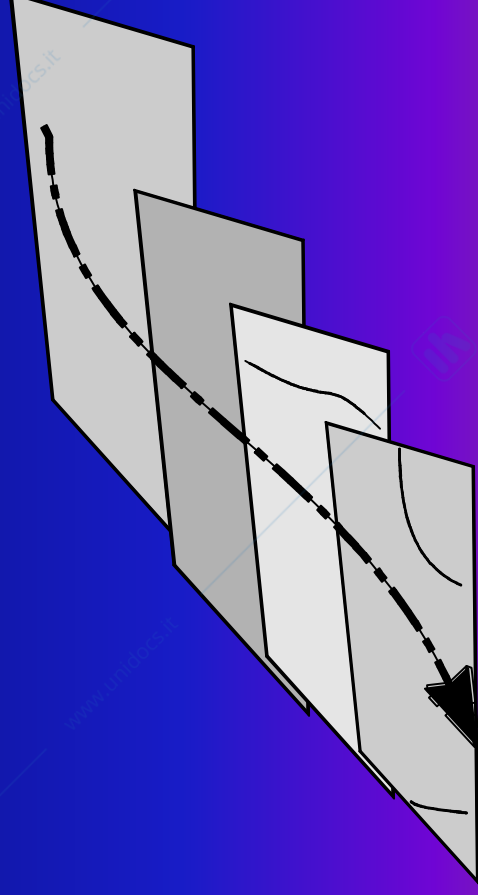
Matrice di transizione annua P

		t2				
	0	1	2	3	4	5
0	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}
1	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}
2	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}
3	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}	p_{ij}
4	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}	p_{ij}
5	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ij}	p_{ii}

Catene di Markov

Applicazioni dell'ecologia del paesaggio

L'ecologia del paesaggio permette di integrare i punti di vista di diverse discipline e può aprire nuove prospettive sui problemi del territorio e sulla sua gestione



Applicazioni

1. Gestione e pianificazione dell'uso del territorio

I concetti dell'ecologia del paesaggio sono una base importante per la gestione e la pianificazione del territorio

L'ecologia del paesaggio fornisce teoria e metodi per spiegare le dinamiche ecologiche a scala territoriale



Importante **FONDAMENTO**
CONCETTUALE per la **GESTIONE**
delle risorse

Applicazioni

L'utilizzo del territorio da parte dell'uomo ha un'importante influenza sulla biodiversità.

L'introduzione di nuovi tipi di copertura vegetale può aumentare la diversità, oppure avere un effetto opposto

Può alterare il pattern spaziale, determinando la frammentazione di habitat in precedenza continui.

Lo sviluppo di un piano di gestione della biodiversità all'interno di un paesaggio richiede un'analisi del pattern degli habitat, delle connessioni tra loro e del modo in cui si adattano alle esigenze delle specie presenti.

Applicazioni

Per es. i **piani di gestione di un Parco Nazionale** o altre aree protette comprende valutazioni paesaggistiche su grande scala



Le decisioni riguardo:

- **estensione,**
 - **forma,**
 - **distribuzione,**
 - **tempi delle azioni di gestione**
- possono essere poste entro un modello di ecologia del paesaggio.

Per es. **dove e quanto tagliare un bosco**

Applicazioni

Le comunità naturali possono essere isole in un mare di tipologie artificiali o agricole

La teoria della **biogeografia delle isole** ha avuto grande importanza nel mettere in evidenza gli effetti delle dimensioni e dell'isolamento delle aree naturali ai fini della conservazione

Linee guide generali:

- Per la stessa superficie, poche riserve grandi sono preferibili a molte riserve piccole.
- Le forme circolari, che riducono il rapporto perimetro/superficie, sono preferibili alle forme allungate
- Importanza ai corridoi che connettano le aree isolate

Applicazioni

L'ecologia del paesaggio offre una base metodologica per valutare scenari alternativi rispetto all'uso del territorio

E' possibile confrontare le diverse opzioni di gestione per:

- valutare pro e contro di una proposta di gestione,
- analizzare la probabilità che si producano esiti desiderabili
- analizzare futuri sviluppi.

• **VAS (Valutazioni Ambientali Strategiche), VIA (Valutazione di Impatto Ambientale), ecc**

2. Frammentazione dell'habitat e conservazione della biodiversità

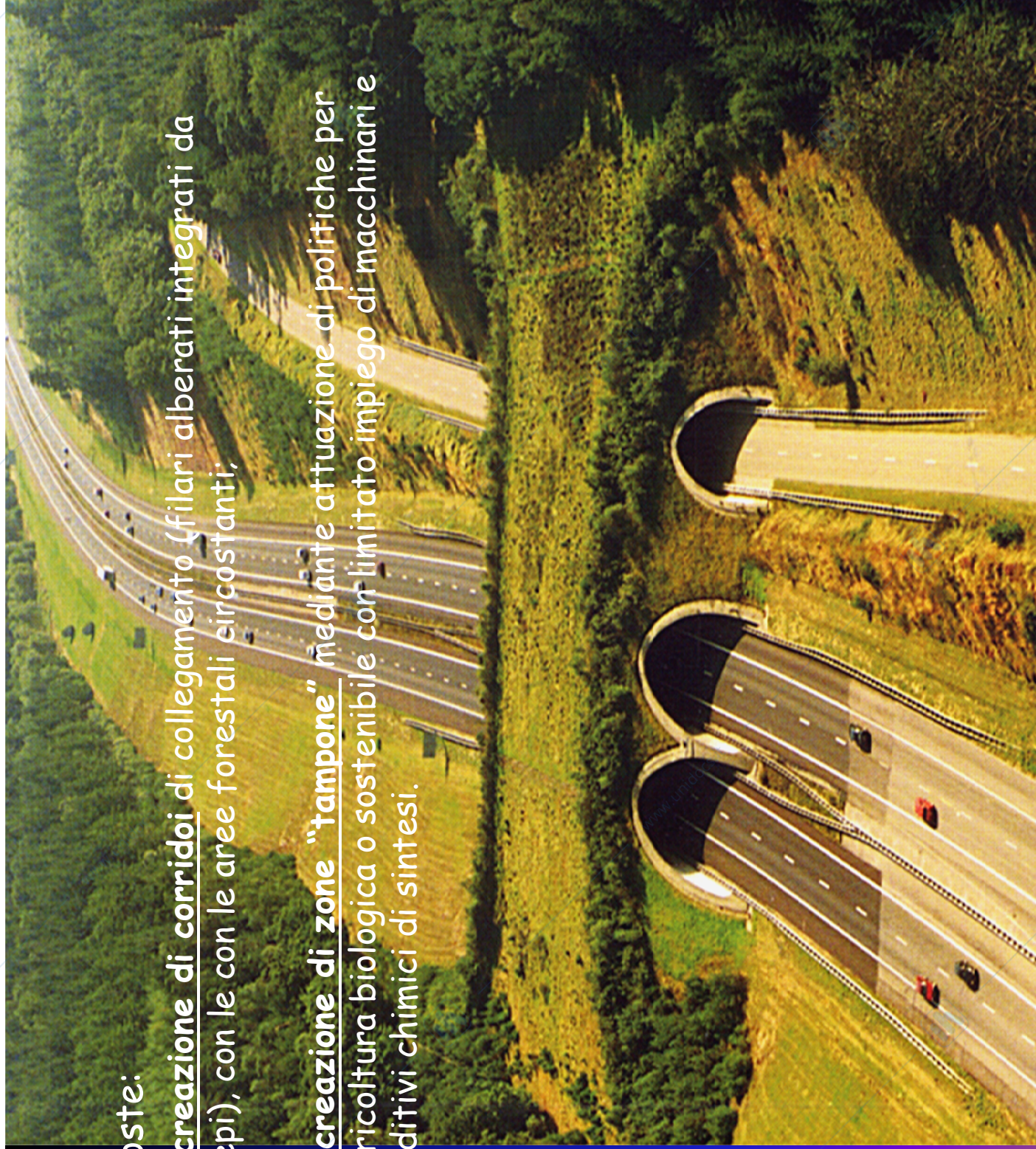
La frammentazione dell'habitat ha due componenti:

- a) la riduzione della quantità totale di un tipo di habitat
- b) la ripartizione dell'habitat in macchie più piccoli e più isolate

Applicando l'ecologia del paesaggio alla conservazione della biodiversità è possibile esaminare il problema su vasta scala

Proposte:

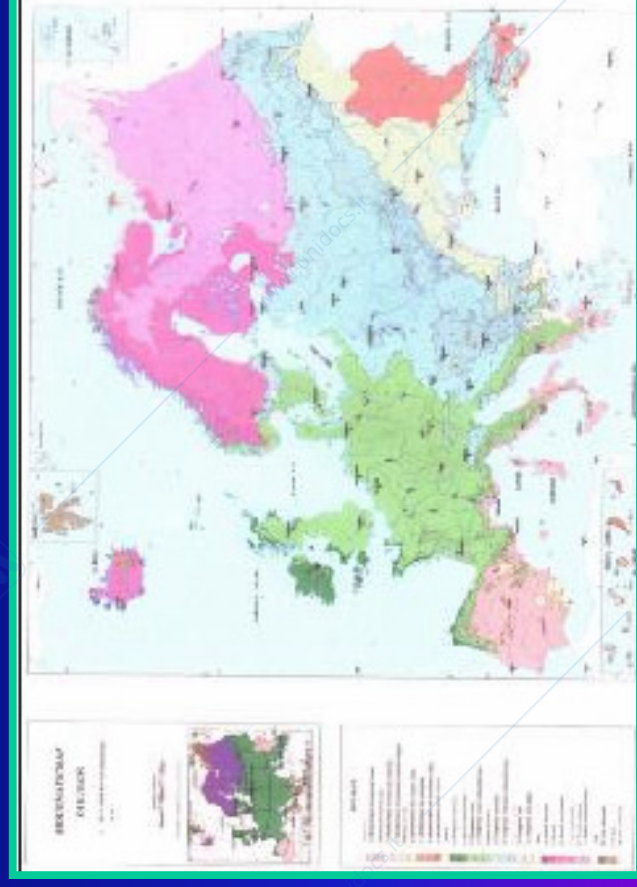
- 1. creazione di corridoi di collegamento (filari alberati integrati da siepi), con le con le aree forestali circostanti;
- 2. creazione di zone "tampone" mediante attuazione di politiche per agricoltura biologica o sostenibile con limitato impiego di macchinari e additivi chimici di sintesi.



Applicazioni

3. Cambiamento climatico globale/invasione di specie esotiche

La previsione della risposta dei paesaggi ai cambiamenti climatici globali/invasione di specie esotiche rimane un settore attivo di ricerca



Mapa bioclimatico di Europa (Rivas-Martinez)

Cambiamenti climatici su vasta scala potrebbero influenzare:

- ✓ la distribuzione e la composizione della vegetazione naturale e la fauna associata.
- ✓ distribuzione delle aree destinate all'agricoltura, la selvicoltura e gli insediamenti umani.

Effetti dei cambiamenti climatici globali (global change) sul paesaggio altomontano dell'Appennino centrale

- biomonitoraggio della flora e della vegetazione altomontana
- individuazione di modelli delle tendenze dinamiche del limite superiore del bosco e delle comunità vegetali di vetta
- valutazione della biodiversità attuale e previsioni, scenari sull'immediato futuro

Situazione reale (dati termopluviometrici relativi al periodo 1960-1994)

M.te Maiella
2790 m a.s.l.

Orotemp. -Criorotemp.
2470 m a.s.l.

Supratemp. -Orotemp.
1850 m a.s.l.

Pescocostanzo
1395 m a.s.l. ▲

Scenario di cambiamento secondo il Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Model (GFDL)

M.te Maiella
2790 m a.s.l.

Orotemp. -Criorotemp.
2750 m a.s.l.

Supratemp. -Orotemp.
2130 m a.s.l.

Pescocostanzo
1395 m a.s.l. ▲

Testi consigliati

Bailey R., 1996. *Ecosystem Geography*. Springer-Verlag. New York.

*Battisti C., 2004. *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche Agricole, ambientali e Protezione civile.

*Dodson S.I., Allen T.F.H., Carpenter S.R., Ives A.R., Jeanne R.L., J.F. Kitchell, Langston N.E., Turner M., 1998. *Ecologia*. Zanichelli. Bologna.

Dramstad W. E., Olson J.D., Forman R. T.T., 1996. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and land use planning*. Island Press. Cambridge.

*Farina A., 2002. *Ecologia del paesaggio*. UTET. Torino.

*Forman R.T., 1995. *Land mosaics. The ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press. Cambridge.

Ingegnoli V., 1993. *Fondamenti di ecologia del paesaggio*. Città Studi. Milano.

Zonneveld I., 1995. *Land Ecology*. SPB Academic Publishing.