



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Il Progetto Carta della Natura alla scala 1:250.000

Metodologia di realizzazione

Informazioni legali

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.apat.it

© APAT, Manuali e Linee Guida 17/2003

ISBN 88-448-0084-5

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

APAT

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Cartografia APAT

Immagini Telerilevate LANDSAT

Coordinamento tipografico

APAT

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C. T. Odiscalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare gennaio 2003

Autori

Il documento è stato realizzato nell'ambito delle attività svolte per il progetto Carta della Natura ed è frutto di una collaborazione tra APAT e Università degli Studi di Trieste – Dipartimento di Biologia.

In particolare il documento è stato redatto da:

Marisa Amadei, Roberto Bagnaia, Lucilla Laureti, Francesca Luger, Nicola Luger (APAT).

Enrico Feoli, Massimo Dragan, Michele Ferneti, Giuseppe Oriolo (Università degli Studi di Trieste – Dipartimento di Biologia).

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici APAT, nasce il 6 ottobre 2002 a seguito dell'unione tra l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) e i Servizi Tecnici Nazionali (Servizio Geologico e Servizio Idrografico e Mareografico SIU documentazione e Biblioteca) della Presidenza del Consiglio.

L'APAT proseguirà – sotto l'indirizzo e la vigilanza del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – nello svolgimento di tutte le funzioni tecnico-scientifiche affidate nei settori di competenza, rappresentando un punto di riferimento di rinnovato interesse per tutte le pubbliche Amministrazioni .

Con riferimento a quanto previsto in materia di conservazione della natura e tutela ambientale, il progetto "Carta della Natura" si configura come uno strumento finalizzato allo studio del territorio nazionale, a diverse scale di analisi, che permetta di identificare lo stato dell'ambiente naturale del Paese e di stimarne qualità e vulnerabilità, secondo quanto previsto dalla Legge quadro per le aree naturali protette (L.394/91).

Il prodotto sarà utilizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio per definire le linee generali d'assetto del territorio

Allo stato attuale è stato consegnato al Ministero competente il primo prodotto terminato sull'intero territorio nazionale: la "Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi" alla scala 1:250.000. Contemporaneamente la cartografia alla scala 1:50.000 è in corso di completamento su 7 milioni di ettari di territorio scelti – di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e tenuto conto delle esigenze formalmente evidenziate da alcune Regioni – nelle aree non ricadenti in Parchi Nazionali e che includono principalmente al loro interno aree a elevata naturalità.

Tutte le attività inerenti il progetto sono state affidate, a un gruppo di lavoro che ha completamente curato la realizzazione della "Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi" alla scala 1:250.000 ed espleta gli adempimenti relativi alla gestione, al coordinamento e al controllo delle attività avviate nell'ambito del progetto. Sono state parallelamente attivate convenzioni con Istituti Universitari, al fine di mettere a punto un modello metodologico per la redazione della "Carta della Natura" alla scala 1:50.000, con elaborazione di qualità e vulnerabilità ambientale degli habitat, valutazioni al cui raggiungimento è improntata la strutturazione stessa del modello metodologico.

Analoghe valutazioni sono state appositamente articolate ed applicate con successo sulle Unità di Paesaggio alla scala 1:250.000 in un'area sperimentale nelle regioni Veneto e Friuli-Venezia Giulia ed è in programma l'estensione di dette valutazioni all'intero territorio nazionale. Tutti i prodotti cartografici, le banche dati associate e i dati ancillari utili per la cartografia e le varie elaborazioni e modellizzazioni fanno parte di un Sistema Informativo Territoriale realizzato ad hoc in ambiente Arc/Info: strumento indispensabile al fine di garantire l'estensibilità dei risultati a tutte le regioni italiane

Il progetto "Carta della Natura", nella sua impostazione e nelle modalità di realizzazione, prevede e permette l'armonizzazione e l'ottimizzazione delle attività di studio sull'ambiente – fonti di conoscenza indispensabili alle attività di gestione e tutela del territorio – condotte a livello di istituzioni centrali e di Enti Locali. Quanto finora realizzato in seno alle istituzioni preesistenti, già impegnate in fattive formule di collaborazione, trova ideale ambiente di crescita e vitalizzazione nell'Agenzia di nuova istituzione, nell'auspicata attuazione di quanto previsto dalla Legge quadro sulle Aree Naturali Protette. Nell'ambito dello sviluppo dei tematismi cartografici risulterà di fondamentale importanza il contributo delle Agenzie Regionali/Provinciali, che, con le loro competenze e la loro conoscenza del territorio a livello regionale, potranno fornire preziose indicazioni sia metodologiche che conoscitive.

Il Direttore Generale dell'APAT
Giorgio Cesari

Indice

PREMESSA	1
INTRODUZIONE	3
1. METODOLOGIA DI REALIZZAZIONE DELLA CARTA DELLE UNITÀ FISIOGRAFICHE DEI PAESAGGI ITALIANI	5
1.1 Aspetti generali (finalità, approccio metodologico)	5
1.2 Metodologie di investigazione e fasi di lavoro	7
1.3 La fisiografia come proprietà emergente	7
1.4 I Tipi Fisiografici di Paesaggio	9
1.5 Le Unità Fisiografiche di paesaggio	12
2. INFORMATIZZAZIONE DELLA CARTA	15
3. METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE E DELLA VULNERABILITÀ TERRITORIALE DELLE UNITÀ FISIOGRAFICHE DI PAESAGGIO	19
3.1 L'area di indagine	19
3.1.1 La scelta dell'area di indagine	19
3.1.2 Caratteristiche dell'area di studio	19
3.2 Integrazione del sistema informativo di Carta della Natura 1:250.000	20
3.3 Produzione della carta dei sistemi ecologici	21
3.3.1 Metodologia di creazione della carta	21
3.3.2 La legenda	22
3.4 La metodologia di valutazione integrata unità di paesaggio - habitat	30
3.4.1 Introduzione	30
3.4.2 La valutazione del pregio	30
3.4.3 La valutazione del rischio	31
3.4.4 La valutazione dell'impatto	32
3.5 L'Analisi dei dati e la valutazione dei risultati	36
3.5.1 Parametri analizzati	36
3.5.2 Analisi della correlazione	37
3.5.3 Classificazione	37
3.5.4 Ordinamento	37
3.5.5 Analisi della varianza	40
3.5.6 Analisi discriminante	40
3.5.7 Descrizione delle classi individuate	46
3.5.8 Indici sintetici di valutazione	47
3.5.9 Sintesi conclusiva e applicazioni	50
3.6 Il sistema informativo e lo stato di conservazione dei sistemi ecologici	53
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	55
BIBLIOGRAFIA	57
ALLEGATI	61

Premessa

A chiarimento del contesto operativo e concettuale in cui si è sviluppato il lavoro presentato in questo volume si forniscono alcune sintetiche informazioni riguardo il progetto Carta della Natura.

Il progetto nasce con la Legge quadro sulle aree naturali protette (L.394/91).

L'obiettivo consiste nella realizzazione di uno strumento conoscitivo dell'intero territorio nazionale a diverse scale di analisi, che permetta di identificare lo stato dell'ambiente naturale e di stimarne qualità e vulnerabilità.

I lavori possono essere schematizzati in due parti, una cartografica, l'altra modellistico-valutativa:

- 1- Cartografia: realizzazione di carte di unità territoriali a diverse scale, seguendo un approccio sistemico allo studio e alla classificazione del territorio e utilizzando metodologie integrate (telerilevamento da satellite e da aereo, controlli di campagna, impiego di basi di dati e cartografie tematiche);
- 2- Valutazione: attribuzione a ciascuna unità territoriale di valori di qualità ambientale e vulnerabilità territoriale secondo modelli realizzati ad hoc, costruiti su parametri considerati "indicatori".

Sono state scelte due scale di studio, una di carattere estensivo-regionale, l'altra di maggior dettaglio. A seconda della scala di analisi, i tematismi rappresentati e le relative unità territoriali cartografate sono diversi:

- Scala 1:250.000: "tipi e unità di paesaggio"
- Scala 1:50.000: "habitat"

	SCALA	CONTENUTI	STATO DI ATTUAZIONE
CARTOGRAFIA	1:250.000	Carta delle unità fisiografiche dei paesaggi italiani. Sono cartografate unità territoriali che presentano un caratteristico assetto fisiografico e di copertura del suolo, oltre a una precisa connotazione geografica, dette unità di paesaggio	Realizzata per l'intero territorio nazionale.
	1:50.000	Carta degli habitat. Redatta seguendo il codice di nomenclatura degli habitat della Comunità Europea "CORINE Biotopes".	Realizzata per 1.000.000 ha del territorio nazionale. In corso di realizzazione altri 6.000.000 ha.
VALUTAZIONE	1:250.000	Qualità e vulnerabilità delle unità di paesaggio. Ideazione di un metodo per ottenere una stima di qualità e vulnerabilità ambientale delle unità di paesaggio	Realizzata per le Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia
	1:50.000	Qualità e vulnerabilità degli habitat. Per ogni habitat cartografato vengono definite, sulla base di un modello, la qualità e vulnerabilità ambientale.	Realizzata per 1.000.000 ha del territorio nazionale. In corso di realizzazione altri 6.000.000 ha.

In questo volume vengono illustrate le metodologie elaborate per la realizzazione della "Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani" e per la valutazione della qualità ambientale e della vulnerabilità territoriale delle unità fisiografiche stesse.

Introduzione

Nell'ambito del progetto Carta della Natura è stata realizzata, alla scala 1:250.000, una rappresentazione del territorio nazionale fondata, come richiesto dalla Legge quadro per le aree Naturali protette (Legge 394/91), sull'individuazione di unità territoriali omogenee, dette "unità di paesaggio", classificate con riferimento a tipologie rappresentative dei differenti paesaggi italiani.

Il prodotto, risultato di una delle fasi previste nel quadro globale dei lavori per la realizzazione del progetto, è la Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani. Essa consiste in una cartografia di unità territoriali, sull'intero territorio nazionale, a ciascuna delle quali devono essere attribuiti valori di qualità ambientale (pregio) e di vulnerabilità territoriale, nel rispetto di quanto la Legge 394/91 prevede con specifico riferimento alla Carta della Natura.

Il procedimento si è basato prevalentemente sull'esame delle caratteristiche fisiografiche delle aree indagate, applicando criteri che derivano dall'osservazione sintetica delle principali caratteristiche che informano la struttura del paesaggio a una scala regionale.

Sulla base della classificazione tipologica dei paesaggi italiani, sono state, come già accennato, identificate e cartografate le "unità di paesaggio", territorialmente ben definite e geograficamente caratterizzate. "Tipi" ed "unità" di paesaggio sono sistematicamente organizzati e descritti in tabelle che ne costituiscono la legenda esplicativa.

Il fondamentale valore di strumento valutativo associato alla Carta della Natura, impone un ulteriore livello di indagine che da un lato arricchisce ogni singola "unità di paesaggio" di contenuti ecologici, dall'altro individua una procedura per valutare il pregio, l'impatto delle attività antropiche e la vulnerabilità di ogni unità di paesaggio e infine definisce indici sintetici che portano ad una valutazione univoca, anche se chiaramente semplificatoria, delle diverse unità di paesaggio.

Il procedimento, per ora applicato al territorio delle sole Regioni Friuli Venezia Giulia e Veneto, prevede: la creazione di una carta dei sistemi ecologici tramite metodologia integrata, l'individuazione dei parametri di valutazione del pregio, impatto, vulnerabilità e loro validazione, l'analisi statistica dei risultati ottenuti e l'individuazione di una funzione che permetta una classificazione univoca e sintetica delle unità. Tale classificazione può offrire una sintesi dello stato ambientale del territorio a diversi livelli gerarchici che possono essere trasferiti anche a scale di maggior dettaglio rispetto alla scala 1:250.000. L'insieme della carta ecologica di base, dei parametri valutativi analitici e di quello sintetico, rappresenta la base indispensabile per la "definizione delle linee di assetto del territorio", ma anche per la verifica, a scala regionale, sia della valenza degli attuali strumenti di tutela del territorio (Parchi, riserve, ZPS e SIC) che degli effetti di grandi mutamenti territoriali.

Tutti i prodotti cartografici, le banche dati associate, i dati ancillari utili per la cartografia, le varie elaborazioni e modellizzazioni, fanno parte di un sistema informativo territoriale strutturato ad hoc in ambiente Arc/Info: strumento flessibile per una Carta della Natura aperta, sempre consultabile ed aggiornabile sulla base di nuovi dati o di nuove idee, basato ed articolato su dati disponibili omogeneamente per l'intero territorio nazionale, al fine di garantire l'estensibilità dei risultati a tutte le regioni italiane.

1. Metodologia di realizzazione della Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani

1.1 Aspetti generali (finalità, approccio metodologico)

Dal momento che la finalità del lavoro è la definizione e la cartografia dei paesaggi italiani ad una scala regionale, è necessario in via preliminare definire cosa intendiamo con la parola "paesaggio".

Esistono molteplici definizioni di paesaggio, relative ai diversi punti di vista disciplinari (cfr. Meinig, 1979; Vink, 1983). Il paesaggio è infatti oggetto di studio di molte discipline (non solo scientifiche), dal momento che sono numerosissimi i fattori (fisici, biotici, umani) che concorrono alla sua caratterizzazione. A ciascun punto di vista corrispondono differenti approcci allo studio del paesaggio e proprie metodologie di indagine.

In relazione alle finalità generali della Carta della Natura, che deve essere uno strumento di sintesi che evidenzia qualità e vulnerabilità ambientale di unità territoriali omogenee e riconoscibili, si è scelto di "leggere" il paesaggio in chiave sistemica, considerandolo cioè come il risultato (l'insieme organico) della composizione e interazione di molteplici elementi.

Questo approccio concettuale ci porta a definire un paesaggio come una porzione della superficie terrestre che presenta una struttura omogenea, ovvero che presenta un arrangiamento caratteristico e riconoscibile di elementi fisici, biotici ed antropici, ai quali corrispondono altrettanto ben definiti processi funzionali. Questa definizione di paesaggio è coerente sia con quella espressa da Zonneveld (1979) che con quella di Forman e Godron (1986), e in certa misura tende a integrare queste due concezioni complementari. Zonneveld (1979) infatti identifica un paesaggio con una porzione di superficie terrestre composta da un complesso di sistemi formati dall'interazione di rocce, acqua, aria, piante, animali e uomo che, per la sua fisionomia, forma una entità riconoscibile; Forman e Godron (1986) definiscono paesaggio un territorio eterogeneo composto da un raggruppamento ("cluster") di ecosistemi interagenti che si ripete nello spazio in forma simile.

Poiché lo studio dei sistemi naturali è strettamente dipendente dal dettaglio dell'osservazione, ovvero dalla dimensione della "lente" con cui si osserva il territorio, sia per l'individuazione geografica delle strutture sia per la definizione dei processi funzionali e dei relativi parametri, diviene determinante definire la scala di riferimento su cui individuare unità territoriali paesaggisticamente omogenee. In altre parole è necessario avere ben chiaro il dettaglio geografico caratteristico della definizione di paesaggio scelta.

La natura infatti, interpretata secondo il modello sistemico adottato, risulta organizzata in livelli di complessità crescenti che vanno dalla scala delle particelle sub-atomiche fino agli individui, le popolazioni, le comunità, gli ecosistemi, i sistemi di ecosistemi, le regioni ecologiche, i biomi e la biosfera. Ciascun livello presenta un proprio sistema funzionale. Questo modello interpretativo della natura è perciò di tipo "gerarchico": la natura, secondo questo schema, risulta essere ordinata in un sistema a diverse scale spaziali, definiti livelli gerarchici.

Dal punto di vista operativo la scala cartografica scelta, in quanto adeguata a rappresentare unità territoriali regionali paesaggisticamente omogenee, è stata la scala 1:250.000.

Questa scala di lavoro è mirata ad una sintesi corografica delle informazioni sul territorio, piuttosto che ad una loro dettagliata sistematizzazione.

Abbiamo definito **Unità di paesaggio** gli ambiti territoriali paesaggisticamente omogenei riconoscibili a questo livello gerarchico spaziale.

A questa scala, le unità di paesaggio possono essere messe in relazione con la classe "sistema di terre" nella "classificazione delle terre" utilizzata da alcuni Istituti e Organismi Internazionali (FAO, CSIRO, ITC, CFS). D'altra parte, però, noi consideriamo come "Sistemi di Paesaggio" i grandi ambiti territoriali del Paese (es. Pianura Padana, Appennino centrale ecc.),

unità territoriali di rango superiore definibili ad una scala più generale. In questo contesto le Unità sono porzioni di superficie terrestre nei quali si articolano i sistemi e che sono caratterizzate da una specificità paesistica (es. Valli di Comacchio, Monti Ausoni, ecc.).

L'approccio concettuale generale determina anche la scelta di un approccio metodologico conseguente. La prima considerazione da fare è che per studiare questa complessità organizzata che chiamiamo paesaggio l'uso di metodi strettamente analitici non è adeguato. Infatti le rappresentazioni tradizionali della cartografia naturalistica, basate solo su fenotipi specifici (carte tematiche) per la loro parzialità e limiti intrinseci non riescono a definire in modo appropriato gli ambienti intesi come sistemi. Un sistema è infatti qualcosa di diverso che la semplice sommatoria o sovrapposizione delle sue componenti, dal momento che le reciproche interazioni determinano nuove proprietà dell'insieme.

Il metodo di indagine scelto è quindi consistito nello studio sintetico e integrato di tutti i fattori che concorrono a caratterizzare un paesaggio (fisici, biotici, antropici). Questo approccio concettuale, tipico delle scienze ecologiche, ha guidato la classificazione del paesaggio.

Un aspetto fondamentale di questo modello sta nel fatto che un insieme, nel nostro caso una unità territoriale, è riconoscibile anche tralasciando lo studio dei dettagli delle parti e funzioni interne. Ne deriva la non necessità di definire per primi tutti gli elementi componenti e le interrelazioni nella definizione dell'insieme. L'insieme è definito come intero, come unità, da un numero limitato di proprietà, che possiamo definire caratteri diagnostici. Questo ha permesso di studiare sistemi complessi attraverso un numero relativamente ridotto di osservazioni, relative a caratteristiche che si possono considerare "riassuntive" della enorme quantità di elementi e interazioni che contribuiscono a determinare un paesaggio.

Nella selezione dei caratteri diagnostici, tra i molteplici fattori che informano l'assetto del territorio e che interagiscono tra loro (clima, morfologia, litologia, pedologia, vegetazione, fauna, uso del suolo,...) sono stati in primo luogo considerati quelli che strutturano il paesaggio, direttamente osservabili (e osservati) alla scala di studio. In particolare i fattori considerati sono essenzialmente rappresentati dai caratteri morfologici, litologici e di copertura del suolo, considerati nella loro composizione e configurazione spaziale (pattern). Possiamo definirli **caratteri fisionomico-strutturali** del territorio, ed il loro studio sintetico-integrato permette di distinguere i differenti paesaggi secondo l'accezione di paesaggio adottata.

In sintesi, un determinato paesaggio risulta identificabile e riconoscibile sulla base della sua fisionomia caratteristica, che è il risultato "visibile", "tangibile", la sintesi "percepibile" dell'interazione di tutte le componenti (fisiche, biotiche, antropiche) che lo determinano. Tali componenti, studiate separatamente da diverse scienze (geomorfologia, petrografia, geologia, climatologia, pedologia, biologia, botanica, zoologia, fitogeografia, zoogeografia, geografia, urbanistica, economia, demografia, agronomia...), sono considerate in questa ottica sistemica come un unico oggetto di studio sintetico, che può essere realizzato considerando un numero relativamente limitato di caratteri diagnostici, che abbiamo chiamato caratteri fisionomico-strutturali del paesaggio (morfologia, litologia, copertura del suolo). Lo studio della composizione e dell'arrangiamento spaziale di queste caratteristiche permette di individuare pattern del mosaico del territorio distinguibili da quelli circostanti, per cui ciascun pattern caratteristico è percepito, identificato, cartografato e studiato come un insieme intero. In questo modo si è potuto definire unità territoriali di riferimento (**unità di paesaggio**), ciascuna delle quali, come vedremo meglio in seguito, è caratterizzata esaurientemente dalle seguenti due proprietà:

- 1) **proprietà tipologica**: l'unità presenta una struttura omogenea dal punto di vista paesaggistico;
- 2) **proprietà topologica**: l'unità possiede una precisa e univoca connotazione geografica, anche in relazione al contesto in cui è collocata.

La prima proprietà è definita dalla composizione e dal pattern dei fattori fisionomico-strutturali, la seconda dalla univoca collocazione geografica della porzione di territorio così cartografata.

1.2 Metodologie di investigazione e fasi di lavoro

Per studiare il paesaggio in modo coerente con l'approccio integrato e sistemico scelto, lo strumento più efficace è il **telerilevamento**, poiché permette uno studio sinottico e sintetico del territorio. Utilizzando le immagini telerilevate abbiamo infatti una visione diretta e di insieme degli aspetti fisionomico-strutturali del territorio.

Per questi motivi l'interpretazione di immagini telerilevate è stata la metodologia principale adottata nella realizzazione della cartografia delle unità di paesaggio. Ad essa sono stati affiancati controlli di campagna e la consultazione di dati bibliografici, in primo luogo la cartografia tematica. I primi sono serviti per tarare l'interpretazione delle immagini, soprattutto nelle aree più complesse, mentre la consultazione della letteratura ha fornito informazioni di tipo analitico utile per la descrizione puntuale delle unità di paesaggio.

Sono state interpretate le foto aeree del Volo Italia 1989, alla scala nominale 1:75.000, e le immagini satellitari Landsat TM.

Parte fondamentale del lavoro è stata la **creazione di una legenda delle tipologie di paesaggio** con la quale classificare i paesaggi italiani.

Per questo scopo, nelle fasi iniziali del lavoro, è stato eseguito uno studio su porzioni di territorio rappresentative del territorio italiano, consistito nell'osservazione sinottica dei caratteri diagnostici sopra individuati, quelli che abbiamo definito i caratteri fisionomico-strutturali del paesaggio, al fine di riconoscere dei *pattern* caratteristici che rappresentano le varie tipologie di paesaggio presenti in Italia.

È importante sottolineare che nel corso di tutto il lavoro si è seguita una metodica che, partendo come completamente induttiva (definizione delle tipologie di paesaggio dall'osservazione del territorio) è gradualmente divenuta sempre più di tipo deduttivo (riconoscimento sul territorio delle tipologie di paesaggio già codificate nella legenda). Questo ha permesso una continua costruzione della legenda e un suo progressivo affinamento. Si può affermare a questo riguardo che il completamento definitivo della legenda è coinciso con la fine della realizzazione della carta. Tale procedimento di lavoro ha inoltre imposto una revisione di quanto realizzato precedentemente ogni qualvolta si perfezionavano le definizioni delle tipologie di paesaggio, seguendo un percorso di realizzazione di tipo "ciclico". In questo modo si è anche ridotta progressivamente l'incidenza del peso della soggettività del singolo operatore, che è apparso fin dall'inizio come uno dei problemi principali da affrontare visti i notevoli margini di libertà intrinseci in un lavoro di cartografia che prendeva l'avvio senza una legenda definita.

Di pari passo con la codifica di una legenda delle tipologie di paesaggio, i limiti delle unità di paesaggio sono stati cartografati ed implementati in un Sistema Informativo Territoriale appositamente progettato e realizzato.

A partire dalle considerazioni su esposte è stato messo a punto uno schema di lavoro che può essere sintetizzato nei seguenti tre punti:

- 1) Caratterizzazione e codifica dei tipi di paesaggio del territorio italiano con realizzazione di una legenda specifica;
- 2) Cartografia, descrizione e codifica delle unità di paesaggio, riportate su carte topografiche IGM alla scala 1:250.000;
- 3) Realizzazione di una banca dati organizzata in un Sistema Informativo Geografico progettato ad *hoc*.

Queste tre attività, come già visto, sono state portate avanti congiuntamente, per cui non sono da considerare come fasi successive di lavoro.

1.3 La fisiografia come proprietà emergente

Nel corso del lavoro, una volta cartografata una porzione significativa del territorio italiano, si è voluto sperimentalmente individuare quale, tra i vari fattori fisionomico-strutturali presi in considerazione nella definizione dei paesaggi, avesse maggior influenza e quale meno nella individuazione delle unità realizzate con un approccio sistemico e integrato.

Infatti, nella teoria gerarchica spazio-temporale che sta alla base del nostro lavoro, a ciascun livello gerarchico si manifestano proprietà e fenomeni specifici che meglio caratterizzano il sistema territoriale corrispondente, definite **proprietà emergenti**.

Si sono così confrontate le carte dei paesaggi realizzate con le varie carte tematiche che rappresentano ciascuno degli elementi fisionomico-strutturali considerati caratteri diagnostici, con l'obiettivo di mettere in evidenza il grado di corrispondenza di ciascun fattore con l'assetto del paesaggio riconosciuto. In particolare carte morfologiche, litologiche, vegetazionali, di uso del suolo. Sovrapponendo la carta dei paesaggi con ciascuna di queste carte tematiche si è osservato che in ogni paesaggio ricadeva un'associazione omogenea e riconoscibile (*pattern*) di elementi geomorfologici, di litotipi, di coperture vegetazionali, di tipologie di uso del suolo.

Ma la migliore corrispondenza con la carta dei paesaggi si è riscontrata sovrapponendo ad essa il modello digitale del terreno: i paesaggi e i loro limiti ricalcavano in modo significativo le principali strutture morfologiche facilmente desumibili dal DTM (Modello Digitale del Terreno). Pertanto da questo confronto incrociato si è arrivati alla conclusione che la morfologia generale del territorio, intesa anche come rapporti tra morfostrutture adiacenti e che chiameremo fisiografia, è la caratteristica che meglio descrive, alla scala di studio, l'assetto del paesaggio. Si è visto inoltre che nella maggioranza dei casi la morfologia complessiva è strettamente legata all'assetto strutturale-litologico-stratigrafico del substrato. Viceversa si è evidenziato che la copertura del suolo, intesa sia come copertura vegetazionale che come uso del suolo, è un carattere che, preso nel suo insieme coerentemente alla scala di sintesi adottata, dipende da morfologia e litologia oltre che naturalmente dal contesto climatico.

Quindi si può affermare che tra i caratteri fisionomico-strutturali, precedentemente individuati come caratteri diagnostici, la proprietà emergente ai fini della individuazione dei paesaggi alla scala regionale è la fisiografia, a sua volta vincolata all'elemento litologia. La struttura morfologica generale all'interno di un contesto complessivo e la litologia divengono così elementi distintivi, mentre copertura vegetazionale e uso del suolo rivestono a questa scala il ruolo di caratteri accessori. Questo passaggio sperimentale, mirato a ricercare una maggiore sintesi possibile nella metodologia di studio, ha permesso una ulteriore semplificazione nel riconoscimento dei paesaggi: sono considerati come elementi necessari e sufficienti alla cartografia dei paesaggi principalmente la fisiografia e secondariamente la litologia (elementi distintivi o discriminanti), mentre copertura vegetazionale e uso del suolo, insieme ai primi due, sono necessari per la descrizione esaustiva dei paesaggi (elementi descrittivi) (tabella 1).

Tabella 1: elementi distintivi delle Unità di Paesaggio

ELEMENTI FISIONOMICO-STRUTTURALI	CARATTERI DISTINTIVI (O DISCRIMINANTI)		CARATTERI DESCRITTIVI
	Principali	Secondari	
Fisiografia	X		X
Litologia		X	X
Copertura vegetazionale			X
Uso del suolo			X

Attraverso questi passaggi si è arrivati ad una migliore caratterizzazione semantica delle nostre unità, che possiamo con maggiore precisione definire unità fisiografiche di paesaggio. Seguendo la logica gerarchica scalare è stato infine osservato che, se si aumenta il dettaglio dello studio dell'ambiente naturale, per una cartografia appropriata diventano maggiormente determinanti i caratteri di copertura del suolo, in particolare la copertura vegetazionale, per cui questi ultimi divengono proprietà emergenti per la realizzazione di carte di unità ambientali di dettaglio maggiore (ecotopi). Inoltre a questa scala di riferimento le caratteristiche morfologiche e litologiche che contribuiscono alla caratterizzazione dei sistemi territoriali non sono la fisiografia e l'assetto strutturale-litologico-stratigrafico (geologico), bensì i singoli elementi geomorfologici e i singoli litotipi.

1.4 I Tipi Fisiografici di Paesaggio

Come già accennato, uno degli aspetti principali del lavoro è stato quello di definire i tipi di paesaggio presenti sul territorio italiano, ovvero dei "modelli" teorici caratterizzati da una serie di proprietà che complessivamente conferiscono ai tipi un'identità paesaggistica.

Sono stati identificati nel territorio italiano 37 **tipi di paesaggio**, divisi in tipi di pianura, di collina e di montagna.

Ciascun tipo di paesaggio appartiene ad una delle seguenti categorie paesaggistiche: 1) paesaggi di bassa pianura, 2) paesaggi collinari, 3) paesaggi collinari tabulari o blandamente ondulati, 4) paesaggi montuosi, 5) paesaggi montuosi tabulari o blandamente ondulati, 6) paesaggi depressi in aree montuose, 7) paesaggi caratterizzati da singolarità.

Di seguito riportiamo l'elenco dei tipi di paesaggio organizzato secondo le categorie paesaggistiche di riferimento:

- 1) Paesaggi di bassa pianura: Pianura costiera, Pianura di fondovalle, Pianura aperta, Pianura golenale, Laguna.
- 2) Paesaggi collinari: Colline argillose, Colline terrigene, Colline moreniche, Colline carbonatiche, Colline granitiche, Colline vulcaniche, Colline metamorfiche e cristalline, Paesaggio collinare eterogeneo, Paesaggio a colli isolati, Rilievi terrigeni con "penne" e "spine" rocciose.
- 3) Paesaggi collinari tabulari o blandamente ondulati: Tavolato carbonatico, Tavolato lavico, Paesaggio collinare vulcanico con tavolati, Paesaggio collinare terrigeno/clastico con tavolati, Paesaggio collinare eterogeneo con tavolati.
- 4) Paesaggi montuosi: Montagne terrigene, Montagne carbonatiche, Montagne dolomitiche, Montagne vulcaniche, Montagne granitiche, Montagne porfiriche, Montagne metamorfiche e cristalline, Edificio montuoso vulcanico, Paesaggio dolomitico rupestre, Paesaggio glaciale di alta quota.
- 5) Paesaggi montuosi tabulari o blandamente ondulati: Altopiano intramontano, Paesaggio con tavolati in aree montuose.
- 6) Paesaggi depressi in aree montuose: Valle montana, Conca intermontana.
- 7) Paesaggi caratterizzati da singolarità: Rilievo roccioso isolato, Rilievo costiero isolato, Piccola isola.

Per effettuare il riconoscimento, la codifica e la descrizione dei tipi di paesaggio del territorio italiano, lo studio dei caratteri distintivi e descrittivi è stato articolato in una serie di criteri, che derivano dall'osservazione sintetica delle principali caratteristiche che informano la struttura del paesaggio alla scala regionale.

Le proprietà fisiografico-litologiche discriminanti i tipi di paesaggio, utilizzate come chiavi classificative, sono:

- 1) **Assetto litomorfologico** (orografia, struttura fisiografica, litologia): evidente già dalla denominazione di molte tipologie, ad esempio colline argillose, colline metamorfiche, paesaggio collinare terrigeno/clastico con tavolati, paesaggio collinare vulcanico con tavolati, tavolato lavico, montagne dolomitiche, montagne terrigene, ecc. L'importanza di questo criterio deriva dall'osservazione che il paesaggio, alla scala regionale e nelle sue linee generali, è caratterizzato principalmente dalla sua struttura morfologica, e che quest'ultima è fortemente legata alla litologia del substrato.
- 2) **Contesto paesaggistico generale**: accanto al criterio litomorfologico a volte è necessario associare il **rapporto** che un paesaggio ha **con i paesaggi circostanti**. Questo si può comprendere facilmente prendendo come esempio le aree pianeggianti. Esse alla scala regionale sono spesso molto simili dal punto di vista morfologico e litologico, ma, in realtà corrispondono a paesaggi diversi: se la pianura occupa un fondovalle compreso tra rilievi (tipo "pianura di fondovalle") presenta una configurazione diversa rispetto ad un'area di pianura non limitata in una valle fluviale (tipo "pianura aperta") o rispetto ad una piana sviluppata lungo la costa (tipo "pianura costiera").

La chiave di classificazione dei tipi è sintetizzata in tabella 2, organizzata in modo da mettere in relazione diretta i caratteri discriminanti con la tassonomia dei tipi di paesaggio.

Tabella 2: chiave di classificazione dei tipi di paesaggio e loro tassonomia

orografia	struttura fisiografica 1	litologia	struttura fisiografica 2	contesto paesaggistico
1. Paesaggi di bassa pianura	1.1 Pianura..... 1.2 Pianura..... 1.3 Pianura..... 1.4 Pianura..... 1.5 Laguna	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	costiera di fondovalle aperta golendale
2. Paesaggi collinari	2.1 Colline..... 2.2 Colline..... 2.3 Colline..... 2.4 Colline..... 2.5 Colline..... 2.6 Colline..... 2.7 Colline..... 2.8 Paesaggio collinare... 2.9 Paesaggio a colli isolati 2.10 Rilievi.....	argillose terrigene moreniche carbonatiche granitiche vulcaniche metamorfiche e cristalline eterogeneo terrigeni.....	con penne e spine rocciose	
3. Paesaggi collinari tabulari o blandamente ondulati	3.1 Tavolato..... 3.2 Tavolato..... 3.3 Paesaggio collinare.... 3.4 Paesaggio collinare.... 3.5 Paesaggio collinare....	carbonatico lavico vulcanico..... terrigeno/clastico..... eterogeneo.....	con tavolati con tavolati con tavolati	
4. Paesaggi montuosi	4.1 Montagne..... 4.2 Montagne..... 4.3 Montagne..... 4.4 Montagne..... 4.5 Montagne..... 4.6 Montagne..... 4.7 Montagne..... 4.8 Edificio montuoso..... 4.9 Paesaggio..... 4.10 Paesaggio glaciale....	terrigene carbonatiche dolomitiche vulcaniche granitiche porfiriche metamorfiche e cristalline vulcanico dolomitico.....	rupestre	di alta quota
5. Paesaggi montuosi tabulari o blandamente ondulati	5.1 Altopiano..... 5.2 Paesaggio con tavolati	..... .....	..... .....	intramontano in aree montuose
6. Paesaggi depressi in aree montuose	6.1 Valle..... 6.2 Conca.....	..... .....	..... .....	montana intermontana
7. Paesaggi caratterizzati da singolarità	7.1 Rilievo..... 7.2 Rilievo..... 7.3.....	roccioso..... ..... .....	..... ..... .....	isolato costiero isolato Piccola isola

Alla descrizione dei tipi concorre anche la **copertura del suolo**, elemento che caratterizza profondamente sia il paesaggio naturale (con la copertura vegetale) che quello seminaturale e antropico (uso del suolo). Quest'ultimo risulta di particolare interesse in Italia, dove sono o sono stati molto attivi i fattori eco-morfici di tipo umano, e quindi dove il paesaggio culturale è estremamente diffuso.

A conferma di quanto già esposto, si è osservato che esiste generalmente una buona corrispondenza, alla scala regionale, tra il *pattern* della copertura del suolo e le tipologie individuate attraverso criteri fisiografici, per cui la copertura del suolo viene utilizzata come elemento descrittivo del tipo ma non come elemento discriminante. Per questo motivo non compare mai nella denominazione del tipo.

Per effettuare una descrizione organica di ciascun tipo di paesaggio i caratteri descrittivi sopra citati sono stati dettagliati e articolati nei seguenti **descrittori**, che rappresentano i caratteri necessari e sufficienti a definire univocamente tutti i tipi di paesaggio:

- struttura morfologica complessiva e contesto generale;
- altimetria;

- energia di rilievo;
- componenti fisico-morfologiche;
- litologia;
- caratteristiche del reticolo idrografico;
- copertura del suolo prevalente.

Possono esistere tipi di paesaggio che hanno uno o più descrittori simili, ma, se si considera la combinazione di tutti i descrittori, non esistono due tipi di paesaggio uguali. Per questo motivo la combinazione dei descrittori individua in modo univoco l'appartenenza di un determinato paesaggio ad una determinata tipologia. Per contro non esiste un paesaggio italiano che non possa essere compreso in una di queste descrizioni.

Inoltre può accadere che alcuni descrittori possano essere non indicativi di particolari tipi di paesaggio, come ad esempio l'altimetria nel tipo pianura di fondovalle o la litologia nel paesaggio glaciale d'alta quota, poiché questi tipi per le loro caratteristiche intrinseche non sono vincolati rispettivamente a limiti altimetrici o a una determinata litologia. In questi casi particolari, per la verità molto pochi, sono gli altri descrittori che definiscono compiutamente il tipo di paesaggio.

In sintonia con quanto finora esposto, si può notare che gran parte dei descrittori considerati sono prevalentemente collegati all'assetto morfologico (altimetria, energia di rilievo, componenti fisico-morfologiche) e alla combinazione lito-morfologico-strutturale (struttura generale del paesaggio, caratteristiche del reticolo idrografico), mentre sono trattate in singole voci specifiche la litologia e la copertura del suolo prevalente.

Vediamo voce per voce il significato di ciascun descrittore:

- **struttura generale del paesaggio:** descrizione della morfologia e delle caratteristiche generali del tipo di paesaggio, compresa la sua collocazione nel contesto circostante.
- **altimetria:** range altimetrico all'interno del quale si può sviluppare quel tipo di paesaggio; una unità di paesaggio per appartenere a un tipo specifico non può eccedere dalle quote superiori e/o inferiori indicate per quel tipo.
- **energia di rilievo:** descrittore utilizzato per definire quanto è morfologicamente aspro e accidentato un tipo di paesaggio; abbiamo utilizzato il parametro energia di rilievo, cioè la differenza di quota media di un tipo di paesaggio in un intorno spaziale compatibile con la scala di studio, dando ad essa un valore qualitativo. Abbiamo infatti distinto l'energia di rilievo in bassa, media, alta.
- **componenti fisico-morfologiche:** elenco e caratteristiche di subunità ed elementi fisico-morfologici che compongono il mosaico del tipo di paesaggio; esempi di componenti sono: vette, crinali, creste, versanti, rupi, scarpate, cordoni morenici, calanchi, forre, accumuli di frana, falde detritiche, conoidi alluvionali, terrazze alluvionali e marini, meandri abbandonati, argini fluviali, canali, delta, cordoni dunari, stagni costieri, falesie, spiagge, linea di costa, ecc.. I tipi di paesaggio sono infatti associazioni caratteristiche di elementi fisionomico-strutturali, riconoscibili a scala regionale e collocate in un contesto paesaggistico determinato. Ad esempio il tipo "pianura costiera" è un tipo di paesaggio che presenta una morfologia generale piana o debolmente ondulata, costituita potenzialmente dal seguente insieme organico di elementi morfologici e subunità fisiografiche: linea di battigia, spiaggia, duna, fascia retrodunale depressa con stagni, paludi, laghi costieri, bassa pianura alluvionale, dune antiche e superfici terrazzate con basse scarpate, foci di corsi d'acqua (a estuario o deltizi) e canali. A questa configurazione corrispondono altrettanti ecosistemi e coperture del suolo caratteristiche. È importante sottolineare che non è necessario che siano presenti tutti gli elementi morfologici elencati nel modello per ascrivere una determinata porzione di territorio a un tipo specifico, l'importante è che il mosaico ambientale, nel suo insieme, comprenda significativamente parte di queste subunità e non ne comprenda altre proprie di altre tipologie di paesaggio. Per tornare all'esempio del tipo pianura costiera possono mancare le zone umi-

de (magari perché bonificate), i terrazzi, le fasce dunari antiche o altre subunità, senza per questo inficiare l'appartenenza di un determinato territorio al paesaggio di pianura costiera, se alcuni degli altri elementi sono presenti in modo significativo, dando l'impronta fisionomica a tutto il paesaggio, e se naturalmente non sono presenti elementi estranei come, in questo esempio, versanti montuosi.

- **caratteristiche del reticolo idrografico:** ciascun tipo di paesaggio, a causa del proprio assetto morfologico, della propria collocazione (anche altimetrica) nel contesto generale, del grado di fratturazione e di permeabilità delle rocce del substrato e dei depositi di copertura, presenta una idrografia superficiale caratteristica, che può essere messa in luce attraverso la descrizione del pattern del reticolo, della densità di drenaggio, del tipo di decorso dei corsi d'acqua principali, dell'eventuale presenza e di bacini lacustri e zone umide; questi elementi caratterizzano fortemente il paesaggio, non solo perché concorrono in modo significativo ai processi esogeni erosivi e deposizionali, ma anche e soprattutto perché le acque superficiali svolgono un ruolo fondamentale nel condizionare le tipologie di copertura del suolo e degli ambienti naturali e umani.
- **litologia:** sono qui elencati i litotipi caratteristici del tipo di paesaggio, nei casi in cui il paesaggio sia significativamente condizionato dalla litologia del substrato (es. colline argillose, montagne dolomitiche, tavolato lavico, ecc.); altrimenti la litologia viene considerata non distintiva, come nei tipi: paesaggio collinare eterogeneo, paesaggio glaciale di alta quota, valle montana, rilievo roccioso isolato, rilievo costiero isolato, piccola isola.
- **copertura del suolo:** descrizione delle tipologie di copertura del suolo più diffuse in un determinato tipo di paesaggio; per copertura del suolo intendiamo sia la vegetazione naturale e seminaturale (o l'assenza di vegetazione) che l'uso del suolo antropico e come riferimento abbiamo utilizzato la nomenclatura CORINE land cover.

La descrizione di ciascun tipo di paesaggio organizzata per descrittori è riportata in forma completa in Allegato 1.

1.5 Le Unità Fisiografiche di paesaggio

Sulla base della classificazione dei tipi di paesaggio, è stata realizzata la cartografia di unità territoriali paesaggisticamente omogenee del territorio italiano, definite "unità fisiografiche di paesaggio", brevemente chiamate "Unità di paesaggio", che rappresentano le unità fondamentali del sistema Carta della Natura alla scala 1:250.000.

Ciascuna unità di paesaggio è una porzione di territorio che possiede una omogeneità tipologica e una unicità topologica. Tali caratteristiche la rendono unica e distinguibile dalle unità circostanti. In altre parole, possiamo definire l'unità di paesaggio come una porzione di territorio geograficamente definita e identificabile come un *unicum* fisiografico, contraddistinta da un caratteristico arrangiamento di lineamenti fisici, biotici ed antropici, cioè "strutturalmente" omogenea. Quindi ciascuna unità possiede un riconoscibile "mosaico ambientale" e una propria unicità topologica. Il tipo di paesaggio diviene così un attributo dell'unità di paesaggio. La relazione tra tipo di paesaggio e unità di paesaggio è concettualmente simile a quella tra ecosistema e ecotopo: come ad esempio il "bosco planiziale" è un ecosistema e la Foresta del Parco del Circeo chiamata "Selva di Circe" è un ecotopo, così l'"apparato montuoso vulcanico" è un tipo di paesaggio e il "Monte Vesuvio" una unità.

È interessante notare come l'omogeneità fisionomico-strutturale e l'unicità geografica che contraddistinguono una unità risultano spesso già evidenziate dalla toponomastica con la quale storicamente l'uomo ha denominato elementi del paesaggio percepiti come caratteristici e riconoscibili nella loro unità fisiografica. Sono innumerevoli infatti i casi in cui la definizione di una unità ha ricalcato esattamente le denominazioni desunte dalla toponomastica.

Ciascuna unità di paesaggio è distinguibile dalle unità contigue che possono appartenere a tipi di paesaggio diversi o simili. Nel primo caso la distinzione è evidente, trattandosi di unità

caratterizzate da mosaici ambientali diversi, come ad esempio un confine tra una unità di pianura di fondovalle e una di montagna terrigena. Nel secondo caso si distinguono unità che appartengono a tipi simili, ma sono separate da nette discontinuità morfologiche che fungono da limite fisico e funzionale tra paesaggi che sono quindi sì simili, ma ciascuno possiede una propria identità fisiografico-strutturale; ad esempio valli profonde e continue che separano gruppi montuosi tipologicamente e quindi morfologicamente analoghi o grandi corsi d'acqua che separano porzioni di pianura.

In pratica, applicando la classificazione dei tipi di paesaggio e integrandola con i criteri di collocazione (posizione) geografica e di identità fisiografico-strutturale, si è arrivati alla cartografia, descrizione e codifica delle unità di paesaggio. Il prodotto finale è la "Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani" (1:250.000).

Ciascuna unità di paesaggio, oltre ad essere caratterizzata dall'appartenenza ad un tipo specifico, è stata descritta in modo particolare utilizzando **descrittori** morfologici, litologici, idrografici e di copertura del suolo sostanzialmente uguali a quelli usati nella classificazione dei tipi, per metterne in evidenza le proprie specificità territoriali, e cioè: struttura morfologica complessiva e contesto generale; altimetria; energia di rilievo; componenti fisico-morfologiche; litologia; caratteristiche del reticolo idrografico; copertura del suolo prevalente.

Vediamo voce per voce il significato di ciascun descrittore:

- **struttura generale del paesaggio:** comprende gli elementi fondamentali necessari per attribuire l'unità al tipo di paesaggio più adeguato a rappresentarla, e cioè la descrizione della morfologia e delle caratteristiche generali dell'unità di paesaggio, compresa la sua collocazione nel contesto circostante;
- **altimetria:** range altimetrico all'interno del quale si sviluppa l'unità di paesaggio e descrizione della distribuzione altimetrica della superficie topografica;
- **energia di rilievo:** differenza di quota media della superficie topografica dell'unità di paesaggio in un intorno spaziale compatibile con la scala di studio, dando ad essa un valore qualitativo (bassa, media, alta); quando l'unità di paesaggio presenta particolarità nella distribuzione geografica dell'energia del rilievo, in relazione a particolari assetti morfologici, questa viene specificata;
- **componenti fisico-morfologiche:** elenco, caratteristiche e distribuzione spaziale delle subunità e degli elementi fisico-morfologici che compongono il mosaico dell'unità di paesaggio;
- **caratteristiche del reticolo idrografico:** pattern del reticolo idrografico presente nell'unità di paesaggio, densità di drenaggio, tipo di decorso dei corsi d'acqua principali, eventuale presenza e di bacini lacustri e zone umide;
- **litologia:** elenco dei litotipi prevalenti affioranti nell'unità di paesaggio e loro distribuzione;
- **copertura del suolo:** descrizione delle tipologie di copertura del suolo presenti nell'unità di paesaggio (vegetazione naturale, seminaturale, caratteristiche degli insediamenti umani e in generale delle strutture antropiche) e loro distribuzione e pattern, anche in relazione alla fisiografia generale.

In Allegato 2 vengono riportate le Tavole illustrative delle basi cartografiche realizzate e dei risultati della fase di valutazione delle Unità di paesaggio.

Nella Tavola 1 è rappresentato uno stralcio della "Carta della Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani" relativo alle Regioni Friuli Venezia Giulia e Veneto. Nella Tavola 2 è riportato un dettaglio della precedente tavola, restituito alla scala 1:250.000, con un esempio di descrizione di "Tipo" e "Unità" di paesaggio.

2. Informatizzazione della carta

I Sistemi Informativi Geografici (GIS) sono ormai divenuti di uso comune in ogni ambito in cui si debba lavorare con dati ed informazioni collegate al territorio. Il recente sviluppo dei prodotti GIS tramite tecnologie ottimizzate per il Web, ha permesso un'apertura verso il grande pubblico fino a pochi anni fa impensabile, quando l'uso dei GIS era limitato ad esperti e specialisti del settore, ed al pubblico veniva "permesso" di accedere esclusivamente a visualizzazioni e restituzioni cartografiche tradizionali, o comunque "chiuse". Nel caso particolare di una base di dati ecologica, i GIS sono da molto tempo considerati come la scelta obbligata, sia in termini di struttura logica che di versatilità ed aggiornabilità (Risser & Treworgy, 1985; Haines-Young ed altri, 1993 e riferimenti all'interno).

Nel caso della Carta della Natura, infatti, si possono trovare tutti gli aspetti che tipicamente rendono necessario l'uso di tali tecniche: innanzitutto la necessità di fornire un servizio affidabile, puntuale e tempestivo (sia in termini di aggiornabilità che di rapidità di accesso), che rende assolutamente indispensabile la strutturazione informatica del prodotto; la presenza contemporanea di dati provenienti da diverse fonti e, soprattutto, da diverse scale; la necessità di integrare modelli interpretativi e valutativi come supporto alle decisioni, basati su dati che in alcuni casi possono anche essere di tipo qualitativo; la versatilità e la semplicità d'uso per l'utente finale e per la restituzione cartografica tradizionale; la necessità di tenere traccia delle modifiche (sia alla geometria che al dato alfanumerico) e degli accessi alla base dati geografica e altro ancora.

Si è già detto che il progetto si sviluppa su due scale di riferimento principali, 1:250.000 e 1:50.000, e quali siano, a ciascuna scala, gli elementi o unità territoriali di riferimento, cioè i cosiddetti "poligoni di base", ai quali ogni informazione – di base o di sintesi – viene riferita. Per entrambe le scale, infatti, si è scelto di gestire i dati geografici in formato vettoriale (linee, punti o – come in questo caso – poligoni). Pur rivestendo un ruolo di riferimento, l'insieme dei poligoni di base ad una data scala rappresenta comunque uno dei diversi strati informativi contenuti nel GIS della Carta della Natura, che ha proprio nella multiscalarità una delle principali peculiarità. La combinazione delle informazioni estraibili dai dati alle diverse scale, compatibilmente con la congruenza geometrica del posizionamento intrinseca a ciascuna delle scale di inserimento dati o di restituzione delle informazioni, permette un'ampia varietà di soluzioni da proporre al soggetto decisore, o – più in generale – all'utente finale.

In questo paragrafo viene descritto nel dettaglio il procedimento di informatizzazione e le caratteristiche dei dati geometrici ed alfanumerici che formano le unità di base alla scala 1:250.000, cioè le Unità Fisiografiche del Paesaggio italiano.

L'ambiente software di sviluppo del GIS di Carta della Natura è Arc/Info della ESRI Inc. Per le visualizzazioni e personalizzazioni si è utilizzato il software ArcView, della stessa società. Recentemente, lo standard ESRI della struttura dei dati geometrici e delle tabelle associate è radicalmente cambiato, abbandonando la struttura topologica, per un formato che complessivamente diventa una sorta di database che al suo interno contiene le informazioni geometriche (posizione e proiezione) e quelle alfanumeriche, in un record singolo per ogni elemento indipendente. Tale struttura ha il vantaggio di potere essere trattata con strumenti mutuati dai RDBMS (Relational Data Base Management System) e direttamente integrabili con essi, a diversi livelli di complessità e potenzialità, per esempio usando MS Access o MS SQL Server, o ancora Oracle o Informix e quant'altro. Gli ultimi sviluppi del progetto Carta della Natura relativamente alla scala 1:250.000 sono stati effettuati appunto col nuovo formato dati, denominato "Geodatabase".

La descrizione del dato di base a questa scala deve tuttavia far riferimento al formato dati precedente ("coverage"), in quanto tale strato informativo è stato completato prima dell'avvento del nuovo metodo, e solo successivamente importato in esso. Inoltre, il nuovo formato non può

comunque prescindere dalla definizione di caratteristiche fondamentali quali precisione, accuratezza, risoluzione, minima entità cartografabile e altro, che sono invariante rispetto alla tecnica utilizzata.

Il processo seguito per l'integrazione della Carta delle Unità di Paesaggio nel GIS è stato piuttosto standard. Si è scelto di utilizzare un processo automatico di vettorializzazione piuttosto che digitalizzare manualmente il lavoro cartografico originale degli interpretatori. Essi, a partire dall'osservazione di dati sinottici quali immagini da satellite o carte della copertura del suolo, e di dati più dettagliati quali quelli ottenibili dalla combinazione stereoscopica di foto aeree alla scala nominale 1:75.000, riportavano i limiti dell'unità di paesaggio su supporto indeformabile seguendo la base topografica ufficiale alla scala scelta, IGMI 250-JOG. Il foglio veniva quindi scansionato con una risoluzione di 300 ppi (dot pitch ~80 mm, congruente con le dimensioni del tratto del pennino, di 0.1 mm) e trasformato in formato vettoriale con il programma VTRAK della Laserscan in ambiente UNIX. In tale fase e nel successivo passaggio al formato coverage di Arc/Info, è stata inizialmente mantenuta una alta risoluzione lineare, cioè una piccola distanza fra due successivi vertici di ciascun arco che delimita un poligono (i vertici sono tutti i punti che compongono la poligonale discretizzata, i cui punti estremi sono chiamati nodi); tale risoluzione è stata successivamente riportata ad un valore più consono al livello di precisione collegato alla scala di lavoro e precisamente, in termini geografici, a 100m (pari a 0.4mm alla scala 1:250.000).

La georeferenziazione del dato così digitalizzato nel sistema di riferimento ED50, nella proiezione UTM fuso 32 "esteso", (scelto per ragioni di compatibilità con le basi dati geografiche preesistenti presso il Ministero dell'Ambiente e il DSTN) veniva operata tramite 4 punti di riferimento, sufficienti per la trasformazione, che in questi casi è di tipo affine. Successivamente, se necessario, si procedeva all'ottimizzazione locale del dato tramite un controllo a video o su stampa delle linee digitalizzate sullo sfondo dei corrispondenti fogli della suddetta carta topografica 1:250.000 nella versione digitale, formato raster (cioè immagine), edita dall'IGM e proiettata in UTM fuso 32 a cura dell'APAT. L'errore derivante dalla proiezione della carta raster IGMI nel fuso scelto, dipendente da quello di appartenenza del foglio di origine, è stato comunque mantenuto entro livelli accettabili.

Tabella 3: descrizione della Polygon Attribute Table – PAT del coverage delle Unità di Paesaggio

COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	OUTPUT	TYPE
1	AREA	4	5	F
5	PERIMETER	4	5	F
9	UDP_ITA5#	4	5	B
13	UDP_ITA5-ID	4	5	B
17	SIGLAUNI	4	5	B
21	TIPO_PAE	75	75	C
96	NOMEUNI	150	150	C
246	SIGLATIPO	10	10	C
256	VALORE	4	5	B
260	HOTLINK	50	50	C
310	SYMBOL	4	5	B
314	CODICE	4	4	I
318	NUOVOCODICE	16	16	C
334	SUPERFICIE	12	12	I

La trasformazione delle linee digitalizzate in poligoni ed il loro collegamento alla tabella degli attributi che verrà descritta di seguito, avveniva in modo semiautomatico, tramite l'assegnazione di un codice progressivo identificativo dell'unità, la cui struttura tiene conto della numerazione del foglio secondo l'IGM; poiché l'acquisizione dello strato informativo è avvenuta per tagli cartografici standard e non su basi "naturali" tale codice non poteva coincidere con quello univoco di ogni entità poligonale, in quanto ai bordi di uno stesso foglio è possibile la

presenza di più "ritagli" della stessa unità fisica. Successivamente si è proceduto alla mosaicatura dei fogli per ottenere una copertura unica del territorio nazionale; in questo modo anche l'indice progressivo così definito assume carattere di univocità e, se necessario, può essere utilizzato come chiave univoca di ricerca.

La tabella degli attributi, oltre ai campi obbligatori previsti dal formato dati utilizzato (per i *coverage* di Arc/Info sono necessari fino a 4 campi per la gestione della topologia del dato, per gli *shapefile* di ArcView ce n'è solo uno, il campo *shape*), contiene il campo identificativo dell'unità di paesaggio descritto prima, ed alcuni campi definiti appositamente per la descrizione dell'unità stessa e per la gestione delle relazioni con altre tabelle o *file* esterni. Un estratto della descrizione dei campi della tabella degli attributi (*Polygon Attribute Table* – PAT) del *coverage* delle unità di paesaggio è riportato nella tabella 3, così come viene visualizzata dal programma Arc/Info stesso: in questa tabella ogni record rappresenta un campo della PAT ed in colonna ci sono le loro caratteristiche: spazio incrementale, nome (in corsivo sono i campi obbligati dal formato), spazio destinato in memorizzazione, spazio di *output*, tipo (*F-Floating point*; *B-Binary*; *I-Integer*; *C-Character*). La visualizzazione e la restituzione cartografica di base sono tipicamente effettuate tramite la classificazione dei poligoni in termini di tipo di paesaggio, con una legenda appositamente sviluppata. L'interrogazione dei poligoni per la descrizione dei tipi e delle unità è gestita in modo duplice: una descrizione breve è memorizzata nella tabella degli attributi del poligono collegata alla mappa, per essere visualizzata dagli strumenti di base nel *project* personalizzato di ArcView dedicato alla visualizzazione del GIS. Le descrizioni più dettagliate dei tipi e delle unità sono invece memorizzate in file di testo e sono visualizzate tramite un'interfaccia utente grafica resa disponibile all'interno dello stesso *project* di ArcView.

3. Metodologia per la valutazione della qualità ambientale e della vulnerabilità territoriale delle unità fisiofratiche di paesaggio

3.1 L'area di indagine

3.1.1 La scelta dell'area di indagine

La metodologia di valutazione delle unità di paesaggio è stata sviluppata su un'area di circa 2.000.000 di ettari che corrisponde approssimativamente al Friuli Venezia Giulia e al Veneto. In realtà sono state cartografate e valutate tutte le unità di paesaggio che ricadono interamente all'interno delle due regioni. Le motivazioni che hanno portato alla scelta di quest'area come campione sono molteplici e possono essere così riassunte:

- a) l'area è caratterizzata da una grande variabilità di ambienti e di ecosistemi, che comprende una fascia costiera articolata, un vasto sistema pianiziale, rilievi collinari di diversa origine e substrato ed un complesso sistema montuoso. Questa forte eterogeneità ambientale (e di impatto antropico) fanno sì che nell'area campione siano riscontrabili buona parte dei problemi interpretativi delle immagini satellitari e di valutazione degli ecosistemi e della loro distribuzione spaziale che può essere sia a tessitura molto sottile (obbligando quindi a considerare tipologie che corrispondono in realtà a mosaici) sia grossolana.
- b) Nell'area considerata ricadono due aree investigate per il prototipo di Carta della Natura alla scala 1:50.000 (Dolomiti) e 1:25.000 (Tarvisio).
- c) Nell'area sono presenti numerose aree protette di diverso livello (Parchi nazionali, Parchi e Riserve regionali, Biotopi, Zone di Protezione Speciale, aree Ramsar, numerosi pSIC).
- d) Entrambi i territori sono piuttosto ben conosciuti dal punto di vista ambientale ed ecologico.

3.1.2 Caratteristiche dell'area di studio

Per quanto concerne le caratteristiche dell'area indagata, essa è ricca di sistemi ambientali assai diversi fra loro. La variabilità dei substrati e dei relativi processi pedogenetici, le variazioni climatiche in senso Nord-Sud ed Est-Ovest, l'escursione altitudinale (dal livello del mare a oltre 3400 metri), una rete idrografica ricca e complessa, uniti ad una presenza dell'uomo assai differenziata, hanno portato alla creazione di numerosissimi habitat e di sistemi paesaggistici molto differenti.

L'eterogeneità dell'ambiente chimico-fisico, la storia della copertura vegetale (e quindi l'impronta biogeografica del territorio) hanno portato ad un'elevata diversità biologica ed ecologica di questo territorio su cui si è sovrapposta l'attività dell'uomo, differenziando ulteriormente aree con caratteristiche originariamente omogenee.

La fascia costiera è costituita da due unità ecologicamente distinte e precisamente la costa a falesie del Triestino e la costa sedimentaria che si sviluppa dall'area di Monfalcone fino al delta del Po. Lungo la costa rupestre sono presenti habitat mediterranei relittici e ricchi di specie rare ed endemiche. La costa sedimentaria si sviluppa per centinaia di chilometri, anche se la sua linearità è interrotta da numerose lagune (Grado e Marano, Venezia e il sistema complesso deltizio del Po). In essa si alternano sistemi alofili e sistemi psammofili più o meno complessi e stabilizzati. Molto interessanti sono anche i sistemi di paleodune in cui si alternano lembi di vegetazione igrofila e lembi di vegetazione arbustiva (ed in alcuni casi arborea). Le spiagge sono oggi in forte regressione per l'aumento delle attività turistiche.

Alle spalle di questa fascia costiera si sviluppa la Pianura veneto-friulana e la parte più orientale della Pianura Padana. Questi ambienti sono stati gestiti dall'uomo che tramite vaste ope-

re di bonifica ha reso disponibili per le colture aree un tempo palustri. Gli ambienti più naturali sono oggi assai ridotti e limitati a piccoli lembi isolati. I più interessanti sono certamente i boschi planiziali e sistemi umidi che includono anche specie endemiche. Un ruolo interessante è quello dei grandi fiumi, che possono costituire delle fasce di collegamento trasversali in cui persistono ancora habitat seminaturali e che costituiscono sistemi ecologici con una propria funzionalità. Nell'area essi sono numerosi, ed in alcuni casi (Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta) ancora in buono stato di conservazione.

La vasta pianura non è in realtà un sistema omogeneo, ma è spesso divisa in una porzione inferiore (Bassa Pianura) dove dominano i suoli a granulometria fine, impermeabili che ospitano ambienti umidi, ed una porzione superiore (Alta Pianura) dove sono presenti depositi ghiaiosi e ciottolosi. In quest'ultima sono ancora presenti (ed in alcuni casi, in vaste superfici) "magredo" ovvero pascoli magri.

La fascia collinare è ancora più articolata in quanto composta da rilievi di litologia e copertura vegetale assai diversa. Partendo dalla parte orientale, è presente la porzione italiana dell'altopiano carsico, lembo estremo della Penisola balcanica, caratterizzato da flora e vegetazione assai peculiari. Buona parte della pianura è bordato da rilievi di tipo flyschoidi, come ad esempio il Collio e la Pedemontana veneta, a cui si alternano alcune cerchie moreniche. Questi substrati hanno un'elevata capacità pedogenetica che permettono sviluppare boschi a querce o a latifoglie miste, oggi frequentemente sostituiti da vigneti. In Veneto poi sono presenti due particolari sistemi collinari e precisamente i colli Euganei, con substrati prevalentemente vulcanici, e quelli Berici a dominanza di calcari. In queste fasce altitudinali possono essere incluse anche le pendici delle Prealpi calcaree dove sono diffusi boschi pionieri a prevalenza di carpino nero.

Una superficie considerevole dell'area di studio è occupata da sistemi montuosi prevalentemente calcarei e dolomitici (Alpi Giulie occidentali, Alpi Carniche, Dolomiti esterne ed interne, Altopiano di Asiago e Monti Lessini). In realtà si possono differenziare, specialmente su base climatica, un sistema prealpino ed uno alpino interno. Quello esterno, caratterizzato da maggior piovosità e temperature più miti è dominato dal faggio e da altre latifoglie, quello più interno, che presenta maggiori caratteristiche di continentalità, vede prevalere le conifere ed in particolar modo il peccio.

I rilievi prealpini sono prevalentemente calcarei come pure le Alpi Giulie, parte di quelle Carniche e le Dolomiti. Solo la catena Carnica principale ed alcuni rilievi nella porzione orientale dell'area presentano litotipi diversi. Le Prealpi sono oggi quasi completamente occupate da sistemi naturali e seminaturali, anche a causa delle tradizionali tecniche agro-silvo-pastorali. Nelle Dolomiti invece permangono attività turistiche di rilievo (specialmente invernali), ma anche attività di pascoli d'altura.

3.2 Integrazione del sistema informativo di Carta della Natura 1:250.000

Per essere in accordo con quanto richiesto dalla Legge quadro per le aree naturali protette, alle unità di paesaggio devono essere attribuiti valori di qualità e vulnerabilità utilizzando degli indicatori che, considerati in maniera ponderata, vengano tra loro relazionati mediante un sistema informativo che possa essere usato con facilità dagli utenti interessati alla gestione delle risorse naturali e alla verifica dello stato ambientale.

Rappresenta quindi un obiettivo primario l'integrazione del Sistema Informativo Geografico (GIS) della "Carta della Natura" corredandolo di procedure ed interfacce-utente mirate alla consultazione e interrogazione delle basi dati esistenti ed alla fruizione dei dati di sintesi necessari per una corretta valutazione dello stato della naturalità del territorio.

La realizzazione di una banca dati GIS prevede, fra le altre, l'utilizzo di una serie di strumenti di analisi e l'organizzazione delle relazioni fra la componente descrittiva (tabelle di attributi) e le diverse entità geografiche.

Su queste premesse il GIS è stato integrato con le seguenti fonti di dati georiferiti:

- cartografia di base: si tratta dei tematismi sia vettoriali che raster già disponibili in formato digitale presso l'APAT

- dati satellitari: immagini satellitari Landsat TM utilizzate nella compilazione della carta dei sistemi ecologici
- carta dei sistemi ecologici: rappresenta lo strato di base indispensabile per le successive analisi
- tematismi derivati: comprende l'insieme delle carte derivate dall'analisi e sovrapposizione dei dati di base con la carta dei sistemi ecologici

I dati geografici sono archiviati in due formati: Arc/Info coverage e geodatabase. Le procedure di calcolo utilizzano i dati in formato coverage, mentre la base di dati in formato geodatabase consente di archiviare tutti i risultati ottenuti e facilita la consultazione degli stessi.

Il geodatabase realizza la transizione da un formato di archiviazione dei dati (il coverage) basato sul modello topologico vettoriale arco/nodo ad una struttura interamente integrata nei moderni database relazionali che si può implementare su diverse piattaforme software (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL server) e hardware (Workstation e Personal computer) per sistemi operativi Microsoft Windows e UNIX. Si presta molto bene inoltre alla gestione di rilevanti moli di dati (quali le coperture dell'intero territorio nazionale) in un ambiente operativo scalabile e multi piattaforma.

Assieme alle cartografie, il GIS comprende una banca dati relazionale realizzata in ambiente Microsoft Access contenente i dati ufficiali ISTAT utilizzati per il calcolo della pressione ambientale operata dall'uomo e dinamicamente collegato con la base dati geografica.

Ulteriori componenti del sistema sono le procedure di calcolo e i dati ancillari.

I dati ancillari consistono di tabelle di decodifica e riclassificazione e delle tabelle calcolate dalle procedure e contenenti i valori dei vari parametri di valutazione; le tabelle sono automaticamente collegate alla cartografia delle unità di paesaggio per poter cartografare i diversi parametri ambientali.

I dati tabulari, ad eccezione del già citato database di dati ISTAT, sono archiviati nei formati standard del sistema ArcGIS, ovvero INFO e dBase (dbf).

Le procedure, scritte in linguaggio AML di Arc/Info, servono per derivare tutti i nuovi strati informativi e rendono il sistema completamente aggiornabile e modificabile a qualsiasi livello (dati, parametri, scale di valutazione, metodologia di aggregazione dei dati).

3.3 Produzione della carta dei sistemi ecologici

3.3.1 Metodologia di creazione della carta

La carta dei sistemi ecologici (Tavola 3) costituisce sia uno strato informativo autonomo sia la base per le valutazioni della qualità e vulnerabilità. Come previsto dalla legge, questa carta deve rappresentare in modo simbolico l'attuale presenza di ecosistemi naturali, seminaturali e secondari nell'area di indagine che corrisponde approssimativamente alle unità di paesaggio che ricadono nelle Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia. Nella definizione delle singole tipologie si è quindi tentato di sintetizzare l'attuale copertura del suolo (dato reale) con l'informazione biogeografia.

Per la realizzazione di questa carta alla scala di 1:250.000 sono stati affrontati in modo preliminare due nodi cruciali e precisamente la definizione dei contenuti delle classi (che difficilmente corrispondono a singoli habitat, ma piuttosto a sistemi complessi) e le procedure di compilazione della carta.

Per quanto riguarda il primo problema, esso è stato affrontato tenendo presente che la frammentazione reale degli habitat, non rilevabile alla scala d'indagine, è riferibile a tre diverse situazioni territoriali.

- a) **Sistemi ad alta dinamica ambientale** per l'abbandono delle tradizionali tecniche agro-silvo-pastorali. In essi prevalgono i processi dinamici che possono occupare anche vaste superfici in modo discontinuo.
- b) **Sistemi ad alta frammentazione naturale** per l'elevata variabilità spaziale dei parametri chimico-fisici (topografia, evoluzione del suolo, disponibilità idrica).

In essi gli ecosistemi sono frammentati, per cause naturali, in un mosaico a maglia più fine rispetto alle unità minime cartografabili.

- c) **Sistemi ad alta frammentazione artificiale**, in cui gli ambienti creati dall'uomo (aree coltivate, aree urbanizzate, prati da sfalcio) sono frammisti a lembi di vegetazione seminaturali e naturali. Non mancano i corridoi ecologici quali siepi e piccoli corsi d'acqua. Molti di questi sistemi sono stati inclusi nella categoria "aree rurali".

Definito l'approccio metodologico e i contenuti di base delle diverse categorie da cartografare che si è deciso di chiamare "sistemi ecologici", è stato necessario individuare la procedura più adatta per la creazione di questo tematismo partendo dai dati di base forniti (le immagini satellitari), ed integrandole con altri strati informativi.

Le immagini satellitari impiegate, sensore Landsat TM, sono generalmente coerenti per risoluzione spaziale ad una cartografia di copertura del suolo 1:50.000. Data la scala di più basso dettaglio richiesta, le tecniche di image processing (dal trattamento delle immagini, agli indici derivati, alle classificazioni automatiche o semiautomatiche) sono state dunque applicate in modo da fornire al compilatore della carta dei sistemi ambientali degli strati informativi integrativi di supporto ad una fotointerpretazione di tipo evoluto rispetto a quella tradizionale. Le classificazioni delle immagini satellitari sono state fondamentali nell'elaborazione della carta dei sistemi ecologici della fascia montana, mentre il loro ruolo è stato meno rilevante nella parte pianiziale. In ogni caso il prodotto finale si è ottenuto tramite digitalizzazione dei sistemi ecologici da parte di un operatore, sulla base di differenti strati informativi:

- *color composites* delle immagini a disposizione
- indici di vegetazione delle stesse immagini
- classificazioni *unsupervised* e *supervised* delle stesse immagini
- carte della vegetazione, della copertura del suolo o carte affini dell'area di studio
- carta geolitologica d'Italia alla scala 1:500.000
- carta delle perimetrazioni dei SIC del Friuli Venezia Giulia e del Veneto
- foto raccolte durante i numerosi sopralluoghi effettuati
- modello digitale del terreno e suoi derivati
- foto aeree
- cartografia Corine Land cover alla scala 1:100.000

Le informazioni cartografiche a diverse scale sono state elaborate in modo tale da definire delle tipologie interpretabili con lo schema di tipologie vegetazionali proposto da Corine Biotopes.

La digitalizzazione manuale, se da un lato implica un certo livello di soggettività, dall'altro permette una certa omogeneizzazione dei risultati sia a livello della geometria spaziale delle *patches* sia a quello della definizione dei loro attributi.

La metodologia proposta si può quindi definire come integrata, perché, pur partendo dall'informazione contenuta nelle immagini satellitari, rinuncia alla definizione automatica delle aree omogenee, ma usa le immagini stesse e i risultati della loro classificazione per la fotointerpretazione.

3.3.2 La legenda

La legenda finale è costituita da 39 categorie che sono state raggruppate per formazioni e ordinate secondo lo schema delle formazioni della legenda Corine Biotopes (indicata sempre con la sigla CB). Data la scala di lavoro, le categorie individuate corrispondono spesso ad insiemi di codici "Corine", che vengono riportati a titolo di indicazione. Esse tentano di sintetizzare l'informazione strutturale, quella biogeografica e la necessaria valutazione della naturalità di questi sistemi ecologici.

- 1. Ambienti costieri ed alofili (CB 1)**
 - 1.1 Spiagge naturali
 - 1.2 Sistemi di paleodune
 - 1.3 Acque lagunari e velme
 - 1.4 Barene e canneti alofili
 - 1.5 Falesie costiere
- 2. Ambienti di acqua dolce (CB 2)**
 - 2.1 Acque interne
 - 2.2 Greti e saliceti pionieri
- 3. Praterie, pascoli e cespuglieti (CB 3)**
 - 3.1 Brughiere subalpine
 - 3.2 Mughete
 - 3.3 Ontanete ad ontano verde
 - 3.4 Landa carsica
 - 3.5 Prati evoluti di terrazzi fluviali
 - 3.6 Pascoli su substrato acido
 - 3.7 Praterie calcaree montane e subalpine
 - 3.8 Prati da sfalcio
- 4. Boschi (CB 4)**
 - 4.1 Faggete
 - 4.2 Boschi planiziali
 - 4.3 Boschi collinari su colline terrigene
 - 4.4 Boschi carsici
 - 4.5 Ostrieti e ostri-faggete termofile su calcare
 - 4.6 Boschi misti
 - 4.7 Peccete
 - 4.8 Lariceti
 - 4.9 Cembrete
 - 4.10 Pineta a pino nero o pino silvestre
 - 4.11 Vegetazione fluviale e di golena
 - 4.12 Macchia mediterranea
- 5. Paludi e torbiere (CB 5)**
 - 5.1 Paludi
- 6. Rocce e ghiaioni (CB 6)**
 - 6.1 Rupi e ghiaioni acidi
 - 6.2 Rupi e ghiaioni su calcare
 - 6.3 Aree rupestri submediterranee
 - 6.4 Nevi perenni
- 8. Ambienti agricoli e sinantropici (CB 8)**
 - 8.1 Spiagge artificiali
 - 8.2 Aree industriali, cave, aeroporti e scali ferroviari
 - 8.3 Pinete d'impianto
 - 8.4 Aree verdi periurbane e campeggi
 - 8.5 Aree ruderalizzate
 - 8.6 Aree rurali
 - 8.7 Aree urbane
 - 8.8 Agricolo intensivo

1. Ambienti costieri ed alofili (CB 1)

1.1 Spiagge naturali (16.1, 16.21)

Sistemi psammofili che si sviluppano nelle fasce dei depositi sabbiosi marini. Sono presenti delle serie di vegetazione più o meno integre che procedono dalla battigia afitoica alle prime dune embrionali e alle dune bianche consolidate da graminacee (*Ammophila arenaria*, *Agropyron spp.*). Sono sistemi dinamici e influenzati dai processi di deposito/erosione marini e dall'intensità dei venti.

Rif. Sint. *Cakiletea maritimae* e *Ammophiletea*

1.2 Sistemi di paleodune (16.22, 16.28, 16.3)

Sistemi complessi di habitat che si sviluppano su paleodune completamente consolidate e ormai indipendenti dall'influsso diretto del mare. A seconda della loro età possono essere coperte da vegetazione erbacea, arbustiva e nei casi più stabilizzati da vegetazione arborea. Nei sistemi più sviluppati sono presenti anche ecosistemi umidi interdunali dove è possibile osservare molinieti e formazioni ad *Erianthus ravennae* e *Schoenus nigricans*. A causa della progressiva ed intesa artificializzazione della fascia costiera, assieme all'habitat precedente, le paleodune sono oggi in forte regressione. Ne rimangono comunque interessanti esempi alla foce del Tagliamento, presso Eraclea e nell'area del delta del fiume Po.

Rif. Sint. *Ammophiletea*, *Juncetea maritimi*, *Rhamno-Prunetea*, *Quercetea ilicis*, *Molinietalia*

1.3 Acque lagunari e velme (14, 15.1)

Ecosistemi subacquei o anfibi (fasce intertidali) presenti all'interno delle lagune. La copertura vegetale è limitata a poche fanerofite marine (*Zoostera noltii*, *Zoostera marina*) ed alcune alghe. Sono habitat molto importanti per l'avifauna e formano un complesso con le barene e i salicornieti.

Rif. Sint. *Zoosteretea marinae*, *Zoosteretea noltii*

1.4 Barene e canneti alofili (15.1, 15.2, 15.5)

Vegetazione anfibia ben strutturata presente nei bacini lagunari dipendente dal gradiente di salinità, fattore ecologico che limita il numero delle specie presenti. Le barene sono colonizzate principalmente da giuncheti a *Juncus maritimus* e da limonieti, spesso a mosaico con le formazioni a salicornie perenni (*Arthrocnemum spp.*). Nelle zone di transizione, ad esempio presso le foci di alcuni fiumi, sono presenti formazioni subalofile a cannuccia comune (*Phragmites australis*) e a lisca marittima (*Bolboschoenus maritimus/compactus*). L'area di studio include ben quattro sistemi lagunari (lagune di Grado e Marano, di Caorle, di Venezia e il sistema esterno del delta del Po) in cui questi ultimi due habitat sono piuttosto diffusi. In alcune di essi cresce l'endemica *Salicornia veneta*.

Rif. Sint. *Thero-Salicornietea*, *Arthrocnemetea fruticosa*, *Juncetea maritimi*, *Phragmito-Magnocaricetea p.p.*

1.5 Falesie costiere (18.22, 62.1114)

Sistemi rupestri costieri influenzati dalla presenza del mare sia per la presenza di aerosol marini sia per le influenze climatiche. Nell'area di indagine sono limitate alla costiera triestina, dove cresce la specie endemica *Centaurea kartschiana*.

Rif. Sint. *Critmo-Limonietea*

2. Ambienti di acqua dolce (CB 2)

2.1 Acque interne (22.1)

Acque interne fluviali e lacustri. La vegetazione può essere assente, come nei grandi fiumi, oppure ben sviluppata. In questo caso si possono riscontrare diverse cenosi che si differenziano sulla base delle caratteristiche fisiche (velocità e profondità) e chimiche (concentrazione di nutrienti) del corso d'acqua. In questa categoria vengono inclusi alcuni piccoli lembi di ambienti elofitici (canneti e cariceti).

Rif. Sint. *Lemnetea*, *Potametea*, *Phragmito-Magnocaricetea p.p.*

2.2 Greti e saliceti pionieri (24.2)

Greti e arbusteti pionieri che si sviluppano sulla ghiaie fluviali che sono spesso sottoposte a rimaneggiamenti per la normale dinamica fluviale. I greti sono colonizzate sia da specie erbacee glareicole sia da giovani individui di salici (*Salix eleagnos* e *S. purpurea*). A causa della ridotta dimensione dei singoli habitat e dell'alta dinamica naturale di questi sistemi, si possono considerare solo mosaici. In alcune situazioni sono anche presenti lembi di praterie primitive che si instaurano su ghiaie consolidate.

Rif. Sint. *Thlaspietea rotundifolii p.p.*, *Salicion incanae*, *Festuco-Brometea p.p.*

3. Praterie, pascoli e cespuglieti (CB 3)

3.1 Brughiere subalpine (31.4)

Formazioni dominate da ericacee nane (*Rhododendron hirsutum*, *R. ferrugineum*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rhodothamnus chamaecystus*, *Loiseleuria procumbens*) che si sviluppano su substrati sia calcarei sia acidi, prevalentemente al di sopra del limite ecologico degli alberi. Spesso rappresentano il risultato dell'incespugliamento dei pascoli subalpini abbandonati. In numerosi casi esse sono frammischiate a lariceti radi, formando complessi difficilmente suddivisibili.

Rif. Sint. *Rhododendro-Vaccinion*, *Erico-Pinion mugo*

3.2 Mughete (31.5)

Formazioni dominate dal pino mugo (*Pinus mugo*). Questi consorzi si sviluppano su substrati calcarei e dolomitici prevalentemente nella fascia subalpina, dove possono ricoprire anche vaste superfici, sempre in situazione pioniera. A seconda dell'esposizione, sono presenti mughete macroterme o microterme e nella fascia prealpina, anche mughete fisionomiche su vasti conoidi dealpinizzati. Il pino mugo può raramente presentarsi anche su substrati acidi e torbosi.

Rif. Sint. *Erico-Pinion mugo*, *Rhododendro-Vaccinion*

3.3 Ontanete ad ontano verde (31.6)

Consorzi dominati dall'ontano verde (*Alnus alnobetula*) a cui si accompagnano numerose megaforbie subalpine. Si sviluppano su substrati acidi o acidificati, con predilezione per i versanti settentrionali degli stessi. In molti casi questa specie è un buon ricolonizzatore dei pascoli acidofili in stato di abbandono, dove può formare delle situazioni a mosaico fra porzioni strutturate di ontanete e spazi di pascolo ancora non incespugliati.

Rif. Sint. *Alnetum viridis*, *Mulgedio-Aconitetea*

3.4 Landa carsica (34.53)

Ultimi lembi residuali di landa carsica, pascolo secondario a forte impronta balcanica. Nel territorio italiano è presente esclusivamente sull'altipiano carsico. Questi pascoli sono oggi in via di scomparsa per i fenomeni secondari di incespugliamento ed i pochi lembi residui sono spesso già colonizzati dagli arbusti più pionieri. Ospitano numerose specie che non superano verso occidente il fiume Isonzo. Anche i pascoli delle Prealpi calcaree mantengono un caratterizzazione balcanica, anche se il contingente di specie orientali diminuisce progredendo verso occidente.

Rif. Sint. *Scorzoneretalia villosae*

3.5 Prati evoluti di terrazzi fluviali (34.53)

Praterie pioniere che si sviluppano lungo i greti e sulle prime terrazze fluvio-glaciali consolidate. Questi ambienti sono condizionati dalla relativa povertà del suolo e fino a pochi anni fa erano sottoposti o a pascolo o a sfalcio. Spesso, nelle situazioni più primitive, questi prati formano dei mosaici con la vegetazione erbacea o arbustiva dei greti, mentre in quelle più evolute, sono state spesso trasformati in prati da sfalcio (arrenatereti). Non mancano alcune siepi e boschetti. Sono l'habitat esclusivo della stenoendemica *Brassica glabrescens*.

Rif. Sint. *Scorzoneretalia villosae*, *Arrhenatheretalia*, *Rhamno-Prunetea*

3.6 Pascoli su substrato acido (35.1, 36.3)

Praterie primarie e pascoli che si sviluppano prevalentemente nella fascia subalpina su rilievi a substrato acido. Qualora siano sottoposti a pascolo, vengono dominati dal nardo, mentre nelle situazioni più naturali sono presenti praterie acidofile primarie a *Carex curvula*.

Rif. Sint. *Caricetea curvulae*

3.7 Praterie calcaree montane e subalpine (36.4)

Pascoli su substrato calcareo che si sviluppano dal piano montano a quello subalpino, fascia altitudinale in cui costituiscono la vegetazione zonale. Quasi tutti questi ambienti, un tempo pascolati, sono oggi in abbandono, e quindi si conservano solo alle quote superiori (al di sopra del limite ecologico degli alberi), o nelle situazioni più acclivi e primitive. Negli altri casi

sono molto diffusi i fenomeni di incespugliamento che riconducono alla costituzione dei diversi tipi di bosco. In alcuni casi ricadono anche lembi di prati sfalciati e pascoli intensivi. Alle quote superiori sono frequenti mosaici fra seslerieti, pascoli discontinui a *Carex firma* e rupi e ghiaioni, mentre alle quote inferiori dominano i fenomeni sindinamici.

Rif. Sint. *Festuco-Brometea p.p. Seslerietea albicantis*

3.8 Prati da sfalcio (36.5)

Prati sfalciati in cui la composizione floristica è determinata dall'azione dell'uomo sia tramite sfalci sia tramite concimazioni. Sono inclusi anche alcuni pascoli intensivi. Non sono stati differenziati i prati delle quote inferiori (arrenatereti) e quelli delle quote superiori (triseteti). Molto spesso questi habitat si trovano a mosaico con aree coltivate, piccoli insediamenti e lembi di vegetazione naturale; in questo caso sono stati inclusi nella categoria aree rurali.

Rif. Sint. *Arrhenatheretalia, Poo-Trisetetalia*

4. Boschi (CB 4)

4.1 Faggete (41.1)

Formazioni dominate dal faggio (*Fagus sylvatica*). Si sviluppano nella fascia prealpina esterna, dal piano montano a quello subalpino (dove possono anche formare la vegetazione arborea terminale), mentre nei rilievi più interni nella fascia montana. Solo nella parti più interne del territorio considerato il faggio scompare quasi completamente per lasciare spazio alle peccete che occupano anche la fascia montana. Spesso, nelle quote di transizione verso la fascia collinare, si formano mosaici con ostrieti e/o pinete, sulla base dell'evoluzione edifica. Procedendo verso le aree endalpiche diventano sempre più frequenti i boschi misti tra faggio, abete rosso ed abete bianco. Il faggio colonizza sia substrati calcarei sia acidi; mentre in queste ultime la caratterizzazione fitogeografica delle faggete è ridotta, risultando molto simili a quelle centroeuropee, le faggete su calcare sono molto simili a quelle illiriche. Questi boschi sono molto diffusi, anche grazie all'abbandono delle pratiche di pascolamento.

Rif. Sint. *Luzulo-Fagion, Aremonio-Fagion*

4.2 Boschi planiziali (41.2)

Lembi residui delle ben più vaste foreste che si sviluppavano alle spalle delle grandi lagune nord-adriatiche su substrati limoso-sabbiosi con falda molto superficiale. Questi boschi sono dominati dalla farnia (*Quercus robur*) a cui si accompagnano, sulla base della disponibilità idrica, il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*) e l'ontano nero (*Alnus glutinosa*). La loro struttura è varia a causa dei diversi tipi di gestione selvicolturale a cui questi boschi sono sottoposti. Al loro interno sono presenti alcune radure ma uno dei problemi maggiori per la loro conservazione è che questi boschi sono divisi da vaste monoculture che fungono da barriere ecologiche per moltissime specie. La presenza di numerose specie del sottobosco a distribuzione illirico-balcanica ne dimostrano la maggior affinità con le formazioni balcaniche rispetto a quelle della Pianura Padana interna. I lembi maggiori di queste formazioni sono oggi concentrati nell'area alle spalle della Laguna di Marano, nella Bassa Pianura Friulana.

Rif. Sint. *Asparago tenuifolii-Quercetum roboris (Erythronio-Carpinion)*

4.3 Boschi collinari su colline terrigene (41.2, 41.5, 41.7)

Boschi che si sviluppano su substrati non calcarei (principalmente substrati di tipo flyschoidi o morene) nelle fasce collinare e basso-montana. Questi boschi, grazie alle buone capacità pedogenetiche di questi substrati, sono di solito piuttosto ricchi di specie arboree (carpino nero – *Ostrya carpinifolia*, carpino bianco – *Carpinus betulus*, acero campestre – *Acer campestre*, acero montano – *Acer pseudoplatanus*, tigli – *Tilia spp.*, roverella – *Quercus petraea*, rovere – *Quercus petraea* e frassino – *Fraxinus excelsior*). Molto spesso, a causa del prolungato sfruttamento antropico, questi boschi sono stati trasformati in robinieti o in castagneti.

Rif. Sint. *Erythronio-Carpinion, Tilio-Acerion, Ostryo-Carpinion*

4.4 Boschi carsici (41.73, 41.8)

Boschi dominati da carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), orniello (*Fraxinus ornus*) e roverella (*Quercus pubescens*) ed in alcune situazioni particolari rovere (*Quercus petraea*); essi si sviluppano sull'altopiano carsico e presentano una composizione del sottobosco simile a quella delle analoghe cenosi presenti nella penisola balcanica. Dal punto di vista strutturale si tratta in realtà di un insieme eterogeneo poiché i fenomeni di ricreazione del bosco da pascoli magri sono relativamente recenti. In questa categoria ricadono anche i differenti stadi di inceppamento.

Rif. Sint. *Ostryo-Carpinion, Rhamno-Prunetea p.p.*

4.5 Ostrieti e ostrio-faggete termofile su calcare (41.8, 41.1)

Boschi su calcare della fascia collinare e montana, dominati dal carpino nero a cui si può accompagnare il faggio. Gli ostrieti sono piuttosto diffusi sulle Prealpi esterne, dove formano una fascia strutturata di vegetazione. In questa categoria sono presenti sia consorzi molto primitivi, riferibili in parte ancora alla classe delle pinete (*Erico-Pinetea*), sia boschi più evoluti con partecipazione anche di querce e di altre specie più esigenti quali aceri e tigli.

Rif. Sint. *Erico-Fraxinion, Ostryo-Carpinion*

4.6 Boschi misti

Sono qui incluse tutte le formazioni miste fra peccio e faggio ed in alcuni casi tra peccio e larice. Questi consorzi si formano sia per motivi naturali (fasce di tensione fra latifoglie e conifere) sia per motivi antropici (selezione del peccio per motivi selvicolturali).

4.7 Peccete (41.1, 42.2)

Consorzi dominati dal peccio (*Picea abies*). Essi si sviluppano nell'area mesalpica (limitatamente alla fascia subalpina) ed in quella endalpica dove mostrano la maggior diffusione e occupano anche la fascia montana. Il peccio cresce sia su substrati acidi sia su quelli carbonatici dando origine a cenosi che si differenziano sulla base della flora del sottobosco. Sono qui incluse anche alcune peccete di impianto, difficilmente distinguibili da quelle più naturali, e peccete di sostituzione. Infatti le attività selvicolturali hanno sempre favorito questa specie a scapito del faggio; per questo motivo molti dei consorzi misti sono oggi trasformati in peccete quasi pure.

Rif. Sint. *Vaccinio-Piceetalia*

4.8 Lariceti (42.3)

Formazioni dominate dal larice (*Larix decidua*). In questa categoria sono state accorpate situazioni piuttosto differenti in cui il larice dà una forte impronta strutturale. Infatti i veri lariceti primari sono limitati alle porzioni alpine più interne, mentre sono molto frequenti le brughiere subalpine con molto larice o pascoli erborati a larici.

Rif. Sint. *Vaccinio-Piceetea p.p.*

4.9 Cembrete (42.3)

Formazioni dominate dal cembro (*Pinus cembra*). Questa specie presenta una distribuzione piuttosto limitata sulle Alpi e nell'area di indagine sono presenti cenosi a cembro solo nella porzione più occidentale delle Dolomiti venete. Le cembrete sono spesso strutturalmente eterogenee in quanto la specie dominante si mescola al peccio, al larice ma anche ad arbusti nani come il mugo e a numerose ericacee nane.

Rif. Sint. *Vaccinio-Piceetea p.p.*

4.10 Pinete a pino nero o pino silvestre (42.54, 42.612)

Le pinete a pino nero (*Pinus nigra*) si sviluppano su substrati poco evoluti con massima concentrazione nella fascia prealpina, dove costituiscono una vegetazione azonale. Man mano che diminuisce la suboceanicità climatica prealpina il pino nero viene progressivamente sostituito dal pino silvestre (*Pinus sylvestris*) formando consorzi misti e, nelle porzioni più interne, consorzi puri. In entrambi i casi il sottobosco non cambia sostanzialmente. Solo in alcune zone interne delle Dolomiti (ad esempio presso Auronzo) si sviluppano vere pinete a pino rosso

con caratteristiche più continentali. Una situazione particolare è data dai consorzi misti di pino silvestre ed ontano bianco che si sviluppano lungo il greto del fiume Tagliamento (*Alno incanae-Pinetum sylvestris*).

Rif. Sint. *Erico-Pinion sylvestris, Erico-Fraxinion orni*

4.11 Vegetazione fluviale e di golenia (44.1)

Habitat che si sviluppano nella porzione media-inferiore dei grandi fiumi nelle aree interessate occasionalmente dalla dinamica fluviale, su materiale a granulometria relativamente fine. Si tratta di cespuglieti a salici ben strutturati e di boschi dominati dal salice bianco (*Salix alba*), dal pioppo nero (*Populus nigra*) e da quello bianco (*P. alba*). Spesso la continuità degli ambienti naturali è interrotta da aree coltivate, prati da sfalcio, cave, zone ruderali, tanto che lungo ampie porzioni dei fiumi (ad esempio l'Adige) questa vegetazione è oggi quasi del tutto scomparsa. L'alta dinamicità degli ambienti fluviali e la vicinanza di ambienti fortemente disturbati, rendono questi habitat ricchi di specie ruderali ed avventizie (*Amorpha fruticosa, Reynoutria japonica, Helianthus tuberosus*).

Rif. Sint. *Salicion albae, Populion albae, Galio-Urticetea, Molinio-Arrhenatheretea, Salici-Viburnion opuli*

4.12 Macchia mediterranea (45.318)

Consorzi dominati dal leccio (*Quercus ilex*) e da altre sclerofille mediterranee cui si mescolano alcune specie caducifoglie quali il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e l'orniello (*Fraxinus ornus*). Questa cenosi è presente sulle falesie della costiera triestina e su alcune paleodune lungo il cordone litorale nordadriatico. Spesso si tratta di vegetazione extrazonale o comunque a carattere relittico. In alcune situazioni queste formazioni si stanno sviluppando anche sotto le pinete costiere di impianto a pino marittimo.

Rif. Sint. *Quercion ilicis*

5. Paludi e torbiere (CB 5)

5.1 Paludi (53, 54.2)

Ambienti anfibi di acqua dolce. L'estensione dei singoli ecosistemi è quasi sempre ridotta sia per cause naturali sia per la forte contrazione legata all'uso del territorio. Gli habitat più diffusi sono i canneti, che colonizzano ambienti anche disturbati. Nell'area delle risorgive veneto-friulane vi sono i marisceti a *Cladium mariscus* e le torbiere basse alcaline con *Schoenus nigricans* (habitat di tre specie stenoendemiche quali *Armeria helodes, Erucastrum palustre* e *Centaurea forojulensis*). Presenti, anche se rari, sono i magnocariceti. Nelle aree a minor contatto diretto con l'acqua erano diffusi i prati a molinia, oggi in via di scomparsa per l'abbandono della tradizionale gestione rurale di queste aree. Questi sistemi igrofilici formano frequentemente mosaici con coltivi, prati sfalcati, siepi umide, piccoli boschetti idrofili e rogge.

Rif. Sint. *Phragmito-Magnocaricetea, Caricion davallianae, Salici-Viburnion opuli, Molinietalia*

6. Rocce e ghiaioni (CB 6)

6.1 Rupi e ghiaioni acidi (61.1, 62.2)

Habitat rupestri e ghiaioni su rocce acide. Sono ambienti piuttosto rari nell'area di studio sia per la scarsità di questi litotipi sia per la loro maggior facilità a dare origine a forme meno acclivi in cui le praterie subalpine sono assai diffuse.

Rif. Sint. *Androsacetalia alpinae, Androsacetalia multiflorae*

6.2 Rupi e ghiaioni su calcare (61.2, 62.2)

Sistemi rupestri e di ghiaione su substrato calcareo e dolomitico, sviluppati prevalentemente nella fascia subalpina, ma anche in quella montana. Sono qui inclusi mosaici a maglia stretta di rupi (sia le rupi con vegetazione ben strutturata, ma anche rupi pressoché nude), ghiaioni

più o meno consolidati e lembi di pascoli su calcari discontinui. Spesso questi ambienti includono numerose specie endemiche, specialmente nella fascia prealpina.

Rif. Sint. *Thlaspietalia rotundifolii*, *Potentilletalia caulescentis*

6.3 Aree rupestri submediterranee (61.4)

Viene qui inclusa l'area della Val Rosandra presso Trieste. È un sistema rupestre (rupi e vasti ghiaioni) che si collega alle analoghe formazioni balcaniche più che ai sistemi alpini. In essa sono presenti moltissime peculiarità floristiche, faunistiche e vegetazionali.

Rif. Sint. *Potentilletalia caulescentis*, *Silenion marginatae*

6.4 Nevi perenni (63)

Aree ricoperte da nevai e ghiacciai perenni. Nell'area di analisi sono piuttosto scarse e presenti solo su alcune delle cime più alte delle Dolomiti.

8. Ambienti agricoli e sinantropici (CB 8)

8.1 Spiagge artificiali (16.11)

Spiagge gestite a fini turistici e quindi continuamente ripulite e modificate. La vegetazione naturale, qualora ancora presente, è frammentata e ridotta a piccoli lembi spesso frammisti a numerose specie ruderali ed avventizie.

Rif. Sint. *Stellarietea mediae* (*Sisymbrietalia*), *frammenti di Cakiletea maritimae*

8.2 Aree industriali, cave, aeroporti e scali ferroviari (86)

Vengono qui incluse tutte le situazioni di ambienti fortemente degradati ed antropizzati, non inclusi nella categoria "aree urbane". Non mancano anche in questo caso alcuni lembi di prati, siepi e vegetazione ruderale.

Rif. Sint. *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris*, *Galio-Urticetea*, *Rhamno-Prunetea*

8.3 Pinete d'impianto

Pinete di impianto a pino nero al di fuori dell'areale di questa specie, e in particolar modo quelle diffuse sull'altipiano carsico. Si tratta spesso di fustaie a pino nero con al di sotto uno sviluppato strato di latifoglie tipiche della boscaglia carsica. Le attuali tendenze dinamiche naturali e il tipo di gestione selvicolturale fanno tendere questi impianti verso un bosco di latifoglie carsiche.

Rif. Sint. tendenza verso *Ostro-Carpinion orientalis*

8.4 Aree verdi periurbane e campeggi (85)

8.5 Aree ruderalizzate (87)

Aree molto disturbate dalle attività antropiche in cui dominano lembi di vegetazione ruderale

Rif. Sint., *Artemisietea vulgaris*, *Galio-Urticetea*, *Stellarietea mediae*

8.6 Aree rurali (82.3, 36.5) Questa classe della legenda è stata creata per differenziare i sistemi ecologici molto frammentati in cui si alternano, nell'ambito di una struttura complessa, coltivazioni estensive o semiestensive, coltivazioni legnose, ambienti marginali, fossi, siepi boschetti residui, piccoli parchi e giardini etc. Quindi, pur trattandosi di ambienti fortemente condizionati dall'uomo, in essi si possono ritrovare ancora una notevole funzionalità paesaggistica una biodiversità abbastanza elevata.

Rif. Sint.: *Stellarietea mediae*, *Rhamno-Prunetea*, *Artemisietea vulgaris*

8.7 Aree urbane (86)

Vengono qui incluse le località urbane derivate dalla banca dati dell'ISTAT. In realtà in questi poligoni sono inclusi anche porzioni di verde urbano e suburbano e di coltivi.

8.8 Agricolo intensivo (82.1)

Aree con coltivazioni di tipo intensivo localizzate prevalentemente in pianura. I lembi di vegetazione marginali e più naturali sono molto limitati rispetto a quelle coltivate con metodi intensivi.

Rif. Sint. *Stellarietea mediae*

3.4 La metodologia di valutazione integrata unità di paesaggio - habitat

3.4.1 Introduzione

Il modello di valutazione è costituito da quattro gruppi di parametri differenti che hanno l'obiettivo di descrivere il pregio e lo stato di conservazione delle singole Unità di Paesaggio, la pressione delle attività antropiche in esse presenti e la loro sensibilità.

Il primo gruppo è costituito da due parametri che si potrebbero definire "intrinseci" nel senso che non tengono in considerazione nessun altro strato informativo (diffusione e tipicità di ogni unità di paesaggio). I parametri riferibili al secondo gruppo analizzano i contenuti ecologici presenti all'interno delle unità cercando di valutare sia in termini relativi che assoluti l'attuale valore ecologico e di biodiversità presente (naturalità, unicità molteplicità ecologica). Il terzo gruppo tenta invece di fornire una stima della sensibilità intesa come rischio di degradazione o, all'opposto, possibilità di auto-mantenimento o miglioramento delle singole unità. All'ultimo gruppo appartengono variabili che mirano a descrivere la pressione delle attività umane sull'ambiente (carico organico, carico trofico e attività a rischio). In una fase successiva metodologie di analisi multivariata hanno permesso di condensare i diversi parametri e di ottenere una classificazione sintetica conclusiva delle unità di paesaggio.

3.4.2 La valutazione del pregio

a) Parametri intrinseci

I parametri di valutazione definiti intrinseci considerano due aspetti delle unità di paesaggio.

a1) Diffusione dei tipi

superficie relativa occupata da ogni **tipo** di paesaggio in relazione all'intera superficie nazionale (Tavola 4).

a2) Tipicità

tipicità di ogni **unità** di paesaggio rispetto ad un modello ideale (Tavola 5).

b) Parametri ecologici

b1) La valutazione della naturalità (all'interno di ogni unità di paesaggio)

La valutazione della naturalità di ogni unità di paesaggio (Tavola 6) si basa sul calcolo del rapporto fra la naturalità attuale e quella massima potenziale. Lo stato attuale viene confrontato con quello ipotetico in cui tutta la superficie dell'unità fosse occupata da ecosistemi naturali. Il valore che si ottiene rappresenta quindi una distanza fra la situazione reale e quella ottimale. Va sottolineato che non vengono fatte considerazioni sul dinamismo della copertura vegetale, ma viene solamente data una stima del livello di manomissione (per ogni habitat e successivamente per l'intera unità); in questo contesto vegetazioni molto primitive come rupi e ghiaioni sono massimamente naturali quanto alcune formazioni boschive climaciche.

I passi per la produzione di quest'indice sono i seguenti:

- per ognuno dei sistemi ecologici cartografati viene dato un valore di stima della naturalità in 5 classi e precisamente

0 = completamente artificiale

1 = parzialmente artificiale

2 = seminaturale

3 = prossimo naturale

4 = naturale

- per ognuna delle unità viene quindi calcolata la superficie complessiva occupata da ognuna di queste classi di valori
- viene effettuato un prodotto fra questa superficie ed il valore della classe
- il valore complessivo viene messo in relazione (rapporto) con la naturalità massima che corrisponde alla superficie dell'unità moltiplicata per 4 (categoria di massima naturalità).

b2) Unicità ecosistemica

Questo parametro prende in considerazione la presenza e diffusione di habitat rari all'interno di ogni unità di paesaggio e viene calcolato solo per i sistemi ecologici naturali, seminaturali e prossimo-naturali. Primo passo è il calcolo della rarità di ogni sistema ecologico considerato che viene effettuato tramite il rapporto tra la superficie totale e quella dell'intera area in esame. Successivamente il parametro viene normalizzato e calcolato per tutte le categorie della legenda. Per riportare il valore ad ogni unità di paesaggio si effettua la sommatoria pesata sulla rarità delle superfici occupate da ogni singolo sistema ecologico e la si confronta con la superficie dell'unità di paesaggio (Tavola 7).

b3) Molteplicità ecologica

Congruentemente alla scala di indagine, non è possibile effettuare stime dirette della biodiversità animale e vegetale, si è quindi scelto di utilizzare una sua stima indiretta. Infatti, viene conteggiato il numero di sistemi ecologici seminaturali e naturali presenti in ogni unità di paesaggio, con il presupposto che esso sia bene correlato al numero di habitat e di specie che in essi vivono (Tavola 8).

3.4.3 *La valutazione del rischio*

c) L'indice di frammentazione

La definizione e la comprensione del significato ecologico di vulnerabilità è ancora oggetto di dibattito all'interno della comunità scientifica. Tale difficoltà si amplifica quando si cerca di definire la fragilità di sistemi ad elevata complessità quali le unità di paesaggio. Nella presente metodologia, il parametro della frammentazione della naturalità è sembrato il più indicato a descrivere i complessi equilibri alla base delle dinamiche evolutive delle unità territoriali. Per distinguere la frammentazione legata all'eterogeneità naturale (ad esempio quella presente nell'ambiente montano) da quella indotta dallo sfruttamento antropico, si è ritenuto di effettuare la valutazione non a livello di sistemi ecologici ma a livello di naturalità.

L'indice di frammentazione (Tavola 9) è stato calcolato sui poligoni che delimitano i sistemi ecologici accorpandoli e fondendoli in base al valore di naturalità e considerando solo le *patch* appartenenti ad ecosistemi con valore di naturalità non inferiore a 3. Suddividendo ulteriormente le aree naturali mediante il reticolo viario, si è inoltre tenuto conto della presenza di barriere infrastrutturali che producono un frazionamento delle *patch* naturali.

Così facendo si ricava il grado di frammentazione della naturalità per ciascuna unità di paesaggio, valore da confrontare con la naturalità complessiva dell'unità.

Non si interpreta quindi il paesaggio rispetto alla struttura e alla disposizione dei singoli ecosistemi di pregio, ma si "legge" il territorio in termini di macro aree ad elevato grado di naturalità (sistemi di ecosistemi adiacenti) delle quali si quantifica il grado di frammentazione. Inoltre, l'indice così calcolato non è influenzato dall'estensione delle unità di paesaggio e può essere pertanto utilizzato come termine di confronto.

Il parametro di frammentazione scelto è l'indice di divisione territoriale (Landscape Division Index) proposto da Jaeger (2000).

La formulazione matematica dell'indice è estremamente semplice:

$$D = 1 - i (A_i / A_t)^2$$

con A_i pari all'area della patch i -esima, A_t pari all'area naturale totale nella unità di paesaggio considerata.

I vantaggi di questo tipo di misura, indicati dall'autore, sono i seguenti:

- bassa sensibilità alle patch di dimensione ridotta
- comportamento monotono in differenti fasi di frammentazione
- capacità di distinguere i pattern spaziali
- semplicità matematica

Ulteriori conferme della mancanza di controindicazioni all'uso di questo indice vengono anche da altri autori (McGarigal et al., 2002).

3.4.4 La valutazione dell'impatto

d) L'azione dell'uomo

La valutazione del grado di naturalità di un paesaggio contiene in sé un'indicazione degli effetti delle modifiche alla struttura e alla composizione del territorio dovuti dall'azione antropica. Per una valutazione complessiva delle unità di paesaggio si è ritenuto tuttavia opportuno coniugare gli indicatori che stimano la componente naturale con delle misure dei fenomeni che esprimano la pressione esercitata dall'uomo sull'ambiente.

Il carico ambientale antropico ci può dare infatti indicazioni sul rischio di ulteriore compromissione del patrimonio naturale come indicatore delle tendenze evolutive dell'unità di paesaggio.

L'impatto antropico in un determinato territorio può avere diversa origine:

- dagli abitanti residenti
 - acque residuali urbane caratterizzate da sostanze di natura organica-biologica
 - agenti chimici di uso quotidiano delle pratiche domestiche
- dalle pratiche agricole o di allevamento
 - fertilizzanti sintetici in dosi eccessive
 - concimi o scarichi di origine zootecnica
 - fitofarmaci distribuiti massicciamente sulle colture o sui suoli
- dalle attività industriali a causa di scarti o sottoprodotti dei cicli produttivi delle diverse industrie.

Sono stati considerati quindi alcuni indicatori che quantificano il carico delle attività antropiche sull'ambiente:

- abitanti equivalenti (carico organico)
- quantità di azoto e fosforo (carico trofico)
- grado di urbanizzazione
- presenza di attività produttive a rischio

I dati analizzati sono quelli provenienti dalle basi di dati geografiche dell'ISTAT ed elaborati nel Sistema Informativo Territoriale di Carta della Natura. Compatibilmente alla scala di analisi sono stati inoltre selezionati gli archi di viabilità più significativi (autostrade, strade statali e provinciali). Gli insediamenti urbani sono stati invece estratti dalle perimetrazioni delle località abitate italiane sempre fornite dall'ISTAT.

d1) Abitanti equivalenti

Per la stima del complessivo carico inquinante di origine antropica sulle singole unità di paesaggio è stato impiegato il metodo degli abitanti equivalenti pubblicato dall'IRSA, l'Istituto di Ricerca sulle acque del CNR (Tavola 10). L'abitante equivalente (AE) è convenzionalmente definito come la quantità di carico inquinante corrispondente a quella prodotta da un individuo nell'arco di 24 ore per un anno; tale carico equivale a circa 60 g (54 g) di B.O.D.5 (Domanda Biochimica di Ossigeno in 5 gg., misurata in g di O_2). La valutazione di tali carichi si basa, prima di tutto, sul contenuto di materia organica biodegradabile.

Per consentire in via approssimativa il calcolo del complessivo carico inquinante attribuibile alle diverse fonti generatrici di inquinamento civili, zootecnica ed industriale in una determinata area, sono state definite delle tabelle di conversione che attribuiscono alle singole tipologie

i relativi coefficienti di popolazione equivalente (CPE, Barbiero et al., 1998). Il singolo abitante residente rappresenta l'unità di abitante equivalente; per l'attività zootecnica, invece, ogni tipologia di allevamento ha un coefficiente per il quale va moltiplicato il numero di capi presenti sul territorio in esame, come si evince dalla tabella seguente.

Coefficienti specifici di carico organico (AE) per capo animale	
Capi	Abitanti equivalenti/capo
Bovini	8.16
Suini	1.95
Equini	8.08
Ovini	1.78
Caprini	1.78
Avicoli	0.20

Anche per gli insediamenti industriali sono stati calcolati dei coefficienti di popolazione equivalente in funzione della tipologia produttiva individuata in classi e sottoclassi di attività economica (ISTAT, 1991). Per il calcolo del carico complessivo, il coefficiente dovrà poi essere moltiplicato per il numero degli addetti che in questo caso è stato estratto dal 7° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi dell'ISTAT (1991).

Coefficienti specifici di carico organico (AE) per addetto di attività industriale		
Codice attività 1991	Denominazione ISTAT	Coefficiente popolazione 1991
10	Estrazione di carbon fossile e lignite; estrazione di torba	20
11	Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale; servizi connessi	30
12	Estrazione di minerali di uranio e torio	0,6
13	Estrazione di minerali metalliferi	5
14	Altre industrie estrattive	30
15	Industrie alimentari e delle bevande	98
16	Industria del tabacco	7,5
17	Industrie tessili	17
18	Confezioni di articoli di vestiario; preparazione e tintura di pellicce	0,6
19	Preparazione e concia del cuoio; fabbricazione di articoli	17
20	Industrie del legno e dei prodotti in legno esclusi i mobili; fabbricazione articoli di paglia e materiali da intreccio	1,6
21	Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti in carta	118
22	Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati	0,6
23	Fabbricazione di coke, raffinerie petrolio, trattamento dei combustibili nucleari	66
24	Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	66
25	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	10
26	Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	1,5
27	Produzione di metalli e loro leghe	2,3
28	Fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo, esclusi macchine ed impianti	2
29	Fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, compresi l'installazione, il montaggio, la riparazione e la manutenzione	1
30	Fabbricazione di macchine per ufficio, di elaboratori e sistemi informatici	0,6
31	Fabbricazione di macchine e apparecchi elettrici n.c.a.	1
32	Fabbricazione di apparecchi radiotelevisivi e di apparecchiature per le comunicazioni	1
33	Fabbricazione di apparecchi medicali, di apparecchi di precisione, di strumenti ottici e di orologi	0,6
34	Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e autorimorchi	1,7
35	Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	1,7

segue

segue

Codice attività 1991	Denominazione ISTAT	Coefficiente popolazione 1991
36	Fabbricazione di mobili; altre industrie manifatturiere	1,7
37	Recupero e preparazione per il riciclaggio	0,6
40	Produzione di energia elettrica, di gas, di vapore ed acqua calda	1,4
41	Raccolta, depurazione e distribuzione d'acqua	0,6
151	Produzione, lavorazione e conservazione di carne e di prodotti a base di carne	64
152	Lavorazione e conservazione di pesce e di prodotti a base di pesce	31
153	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	155
154	Fabbricazione di oli e grassi vegetali e animali	230
155	Industria lattiero-casearia	57
156	Lavorazione delle granaglie e di prodotti amidacei	1,5
157	Fabbricazione di prodotti per l'alimentazione degli animali	24
158	Fabbricazione di altri prodotti alimentari	24
159	Industria delle bevande	483

I coefficienti considerati danno una stima di popolazione equivalente che quantifica il potenziale carico di sostanze inquinanti di tipo organico presenti negli scarichi degli impianti industriali. Per ciascuna unità, il carico inquinante totale sarà dato dagli abitanti residenti sommati agli abitanti equivalenti zootecnici ed industriali.

$$AE = AR + AZ + AI$$

dove AR = abitanti residenti, AZ = equivalenti zootecnici, AI = equivalenti industriali
Usando come parametro di raffronto gli scarichi di tipo domestico, la stima degli abitanti equivalenti non considera il rilascio di altre componenti quali i nutrienti (azoto e fosforo) ed i carichi di materiale inorganico potenzialmente tossico per l'ambiente (metalli pesanti, cianuri, etc.) e decisamente significativo per alcune tipologie di attività industriali. La stima di questi parametri avviene secondo le metodologie di seguito descritte.

d2) e d3) Carico trofico in Azoto e Fosforo

Il carico di azoto e fosforo (Tavole 11-12) viene stimato prendendo in considerazione la produzione annua relativa ai residenti, alle attività industriali, alla zootecnia e all'agricoltura, calcolato come da CNR-IRSA (Quaderno 90, 1991).

Coefficienti di conversione in quantità di P ed N per residente e popolazione zootecnica				
	P prodotto (Kg/individuo/anno)	N prodotto (Kg/individuo/anno)	Rilasciato acque	Diffuso atmosfera
Residenti	0.67	4.5	50%	
Bovini	7.4	54.8	5%	N 15%
Equini	8.7	62.0	5%	N 15%
Ovini e Caprini	0.8	4.9	5%	N 15%
Suini	3.8	11.3	5%	N 15%
Avicoli	0.17	0.48	5%	N 15%

Per la popolazione residente il calcolo si effettua mediante la moltiplicazione del dato statistico raccolto su base comunale per il relativo coefficiente di conversione; il dato così calcolato viene pesato sull'intera superficie comunale. Al singolo comune viene assegnato un valore di azoto e fosforo espresso in quintali per chilometro quadrato per anno.

**METOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE
E DELLA VULNERABILITÀ TERRITORIALE DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO**

Coefficienti di conversione in quantità di P ed N per le attività industriali		
	P prodotto	N prodotto
Attività industriali	10% del carico di fosforo derivante dai corrispondenti abitanti equivalenti di popolazione civile	10 kg di azoto/anno/addetto indipendentemente dalla specificità dell'attività produttiva considerata.

Il calcolo che si effettua per le attività di tipo industriale è forse quello maggiormente approssimato. Il fosforo prodotto viene considerato pari al 10% del carico complessivo prodotto dalla popolazione mentre l'azoto si approssima applicando un coefficiente di 10 kg all'anno di azoto per addetto alle classi di attività economica considerate ai fini del calcolo della popolazione equivalente per il singolo territorio comunale.

Coefficienti di conversione in quantità di P ed N per le attività agricola				
	P prodotto	N prodotto	Rilasciato acque	Diffuso atmosfera
Agricoltura SAU	P di Sintesi (+ 95% zootecnia)	N di Sintesi (+ 80% zootecnia)	P 3 % N 20%	-
Agricoltura SAT-SAU	0.1Kg/ha/anno	2 Kg/ha/anno	100%	-

Per quanto riguarda l'agricoltura, la stima è relativamente più complessa. I quantitativi di fosforo e azoto applicati ai terreni coltivati sono stati ricavati dall'Annuario di Statistica agraria in cui vengono riportate a livello provinciale le quantità dei fertilizzanti di sintesi distribuiti per uso agricolo per anno. Il dato comunale è stato estrapolato in proporzione alla quantità di Superficie Agricola Utilizzata (SAU – dati comunali dal 4° Censimento generale dell'Agricoltura, 1991) del comune all'interno della sua provincia.

Tabella di conversione titolo fertilizzanti azotati		
Fertilizzante azotato	Titolo	Tipologia
Solfato ammonico	0,21	ammoniacale
calcio cianammide	0,198	cianamidico
Nitrato ammonico a	0,26	nitrico-ammoniacale
Nitrato ammonico b	0,3	nitrico-ammoniacale
Nitrato di calcio	0,16	nitrico
urea	0,46	ureico

Tabella di conversione titolo fertilizzanti fosfatici			
Fertilizzante azotato	Titolo P	tipologia	commento
Perfosfati 25a	0,175	anidride fosforica	perfosfati minerali semplici 15-20% di P ₂ O ₅
Perfosfati 25b	0,35	anidride fosforica	perfosfati minerali doppi 25-35% di P ₂ O ₅ - tripli 40-50%
Scorie	0,18	anidride fosforica	scorie di defosforazione dell'acciaio con metodo Thomas: 16-18% o 18-20% P ₂ O ₅

I titoli relativi ai fertilizzanti, ove non esplicitamente specificati, sono stati desunti dal DM 19/4/1999.

Per coerenza con gli altri dati del censimento agricolo (1991) e per avere un dato che tenga

conto della rotazione delle colture nei diversi anni, i dati dell'annuario di statistica agraria che sono stati considerati sono medie in un arco di 5 anni dal 1989 al 1992.

Ai terreni non coltivati (Superficie Agricola Totale – Superficie Agricola Utilizzata) sono stati invece applicati dei coefficienti per ettaro rispettivamente di 0,1 Kg/anno per il fosforo e di 2 Kg/anno per l'Azoto.

d4) Attività produttive a rischio

Questo indicatore misura la pressione esercitata da parte delle attività produttive, soprattutto come potenziale apporto di sostanze inquinanti. I dati (Ispesl 1989) provengono dal censimento delle attività industriali che comportano il rischio di incidenti rilevanti e divide le industrie in classe A, B e C. Il criterio seguito per la classificazione delle industrie si basa sulle sostanze e relative soglie elencate dall'Ordinanza del 21 febbraio 1985 emanata dal Ministero della Sanità. La classe A comprende gli stabilimenti che detengono in deposito o in ciclo di lavorazione almeno una sostanza elencata da tale ordinanza in quantità superiore alle soglie previste; la classe B in quantità inferiore; la classe C raggruppa gli stabilimenti ancora da classificare. Per le fasi di elaborazione dei dati sono state prese in considerazione esclusivamente le classi A e B e il parametro viene espresso come numero di attività a rischio per chilometro quadrato (Tavola 13).

È importante comunque sottolineare come questo metodo di valutazione degli impatti, seppure preliminare ad indagini più dettagliate a livello locale, sia un potente strumento di indagine per l'analisi della distribuzione territoriale dei potenziali carichi inquinanti effettuata a media e piccola scala. L'impiego di coefficienti, inoltre, semplificando le operazioni di calcolo sui dati statistici standardizzati e di più o meno facile reperimento presso l'Istituto nazionale di Statistica, rende piuttosto immediata la valutazione ed il confronto dell'impatto da inquinanti misurato secondo diversi tipi di aggregazione territoriale. Utilizzando i dati relativi ai territori comunali, ogni parametro deve essere successivamente riportato alle unità di paesaggio. Sono state pertanto effettuate una serie di analisi di sovrapposizione (*identity*) e successiva riaggregazione (*dissolve*) delle entità cartografate per riportare sull'unità, in maniera pesata, i singoli parametri considerati.

3.5 L'Analisi dei dati e la valutazione dei risultati

I risultati ottenuti nella prima fase di valutazione sono stati quindi sottoposti ad analisi statistica al fine di valutare da una parte l'attendibilità dei parametri descrittivi e dall'altra dare una valutazione di sintesi delle unità di paesaggio. Dalle procedure spaziali di valutazione delle unità di paesaggio è stata quindi estratta una matrice di dati costituita da 222 unità territoriali descritte da 10 parametri di valutazione di pregio, rischio ed impatto. I parametri descrittivi sono costituiti da 9 variabili di tipo quantitativo misurate su scala razionale e da una variabile ordinale.

3.5.1 Parametri analizzati

NATREL	Naturalità	quantitativa
ENDREL	Unicità	quantitativa
FRAMM	Frammentazione	quantitativa
M_ECOL	Molteplicità	quantitativa
AE_KMQ	Abitanti equivalenti per chilometro quadrato	quantitativa
N_QXKMQ	Azoto in quintali per chilometro quadrato	quantitativa
P_QXKMQ	Fosforo in quintali per chilometro quadrato	quantitativa
IND_RISK	Attività a rischio per chilometro quadrato	quantitativa
RAR_SUP	Diffusione percentuale dell'unità	quantitativa
TIPICITA	Tipicità dell'unità	qualitativa

3.5.2 Analisi della correlazione

Preliminarmente è stata effettuata una analisi delle correlazioni lineari esistenti tra le variabili applicando il coefficiente r di Pearson tra tutte le variabili quantitative e i coefficienti ρ di Spearman per ranghi tra la variabile ordinale e tutte le altre (SPSS, 2001; STATISTICA, 2002).

		NATREL	ENDREL	FRAMM	M_ECOL	AE_KMQ	N_ QXKMQ	P_ QXKMQ	IND_ RISK_K	RAR_ SUP
NATREL	r	1.000	0.927	-0.493	0.637	-0.661	-0.790	-0.758	-0.434	-0.578
	p	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ENDREL	r	0.927	1.000	-0.408	0.590	-0.586	-0.748	-0.728	-0.357	-0.613
	p	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FRAMM	r	-0.493	-0.408	1.000	-0.157	0.235	0.322	0.291	0.267	0.324
	p	0.000	0.000	.	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_ECOL	r	0.637	0.590	-0.157	1.000	-0.625	-0.674	-0.658	-0.362	-0.288
	p	0.000	0.000	0.020	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AE_KMQ	r	-0.661	-0.586	0.235	-0.625	1.000	0.900	0.880	0.597	0.323
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000
N_ QXKMQ	r	-0.790	-0.748	0.322	-0.674	0.900	1.000	0.967	0.497	0.488
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000
P_ QXKMQ	r	-0.758	-0.728	0.291	-0.658	0.880	0.967	1.000	0.436	0.435
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000
IND_ RISK_K	r	-0.434	-0.357	0.267	-0.362	0.597	0.497	0.436	1.000	0.178
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.008
RAR_SUP	r	-0.578	-0.613	0.324	-0.288	0.323	0.488	0.435	0.178	1.000
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	.
TIPICITA	rho	-0.036	-0.077	0.078	0.080	-0.006	0.051	0.062	0.034	0.020
	p	.605	0.265	0.255	0.246	0.929	0.459	0.369	0.625	0.768

Tutte le variabili quantitative razionali risultano essere altamente correlate tra di loro e la maggior parte delle correlazioni è altamente significativa ($p < 0.001$). Solo il parametro "tipicità" non risulta essere correlato con nessuna delle altre variabili. Essendo l'unico parametro misurato su scala ordinale, non è stato successivamente considerato nell'applicazione dell'analisi multivariata perchè avrebbe limitato le possibilità di elaborazione statistica ai soli metodi che prevedono l'utilizzo di tali variabili.

3.5.3 Classificazione

Le unità di paesaggio sono quindi state classificate calcolando la matrice simmetrica delle distanze euclidee tra le unità e applicando ad essa gli algoritmi del legame singolo e quello di Ward (Anderberg, 1973). Il primo verifica se nei dati esiste una qualche significativa aggregazione degli oggetti, il secondo crea gruppi massimizzando la somiglianza all'interno di essi e minimizzando quella tra i gruppi stessi. Il dendrogramma della classificazione secondo il legame singolo evidenzia la struttura continua dei dati: nello spazio multidimensionale determinato dalle 9 variabili prese in considerazione, le unità di paesaggio si dispongono senza soluzione di continuità lungo un gradiente ambientale.

Il dendrogramma della classificazione secondo il legame di Ward si struttura invece nitidamente in 4 gruppi principali di unità di paesaggio.

3.5.4 Ordinamento

Le forti correlazioni lineari tra le variabili prese in considerazione suggeriscono di applicare ai dati l'analisi delle componenti principali (PCA). La PCA, riducendo le variabili originali in altre 2 o 3 variabili, combinazioni lineari delle prime, ha permesso di visualizzare i gruppi così ottenuti in uno spazio ridotto e di facilitarne l'interpretazione. Le prime 3 componenti principali calcolate spiegano l'83% della varianza totale della tabella, in particolare il primo asse ne riassume il 61%, il secondo il 12.5% ed il terzo il 9.4%.

Varianza totale spiegata						
Componente	Autovalori iniziali			Pesi dei fattori non ruotati		
	Totale	% di varianza	% cumulata	Totale	% di varianza	% cumulata
1	5.497	61.07	61.07	5.497	61.07	61.07
2	1.126	12.51	73.58	1.126	12.51	73.58
3	.848	9.427	83.01	.848	9.427	83.01
4	.563	6.251	89.26	.563	6.251	89.26
5	.464	5.158	94.42	.464	5.158	94.42
6	.324	3.602	98.02			
7	9.253E-	1.028	99.05			
8	5.774E-	.642	99.69			
9	2.733E-	.304	100.00			

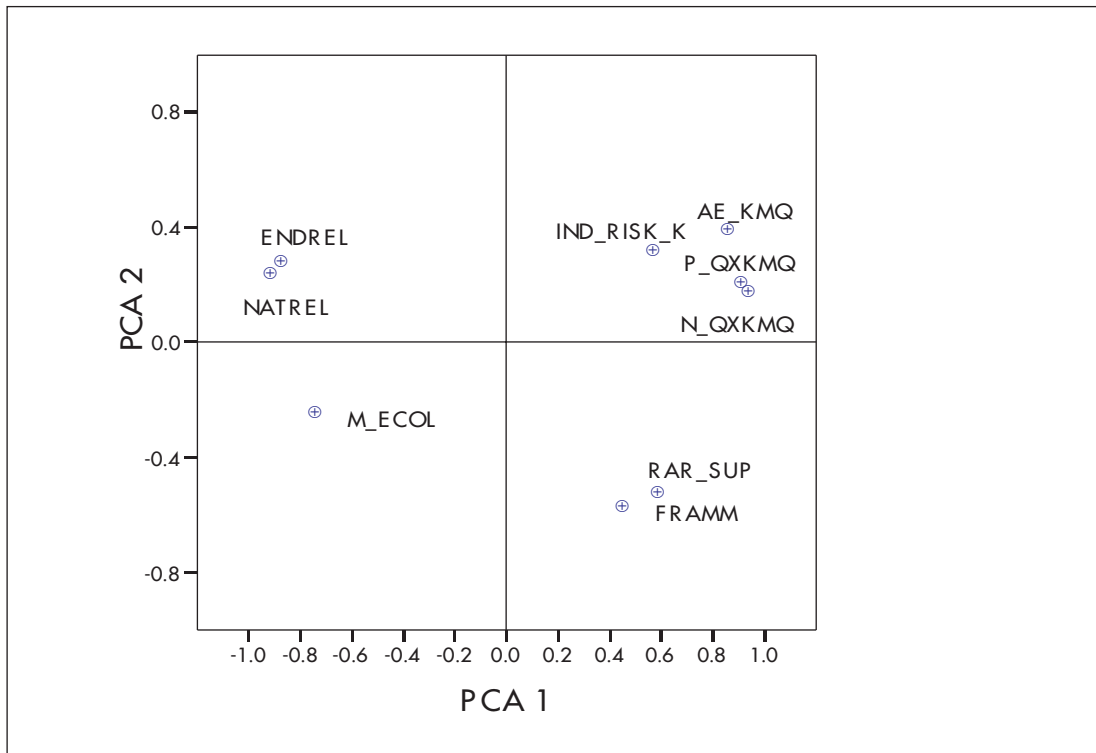
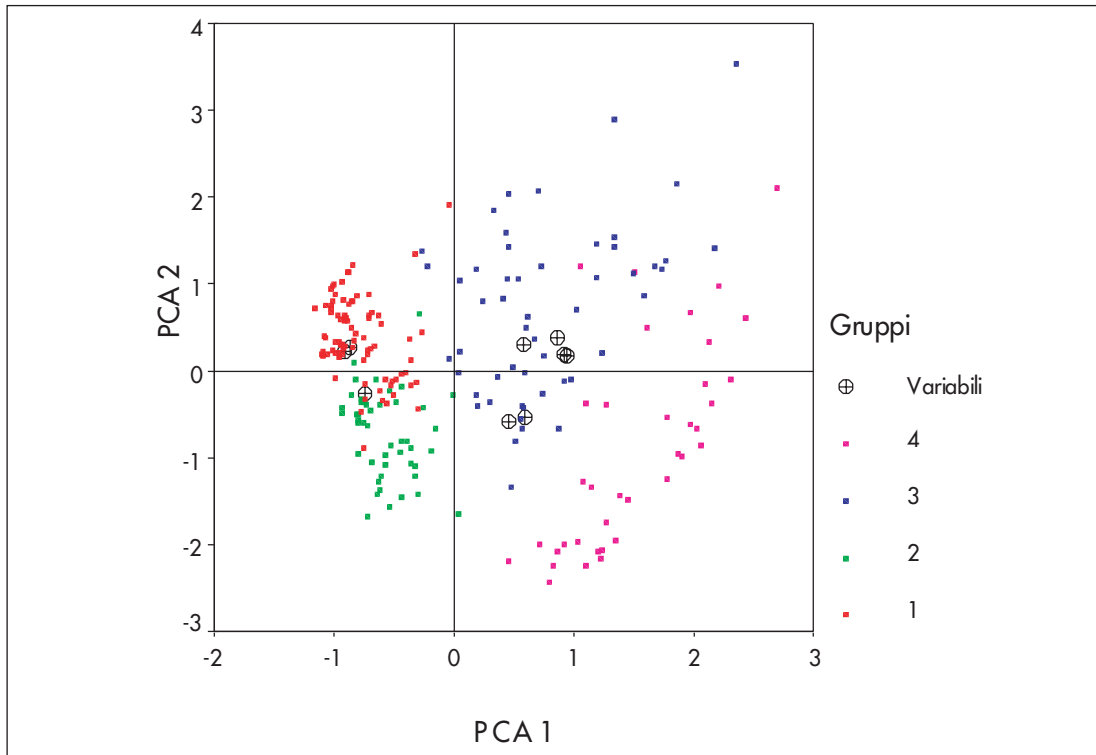
Metodo di estrazione: analisi componenti principali.

La matrice delle componenti indica che il primo asse di ordinamento (la prima componente principale), che costituisce l'asse di maggiore dispersione, è interpretabile come un gradiente crescente dei parametri relativi all'antropizzazione (Azoto, Fosforo, Abitanti Equivalenti) e un gradiente decrescente dei parametri relativi alla naturalità (Unicità, Naturalità e Molteplicità nell'ordine), il secondo asse è più legato ai parametri di rischio-frammentazione e di diffusione del tipo dell'unità ed il terzo alla diffusione delle industrie a rischio.

Matrice di componenti ^a					
	Componente				
	1	2	3	4	5
NATREL	-.912	.222	4.727E-02	8.277E-02	.139
ENDRE	-.870	.265	.168	2.477E-02	.152
FRAMM	.454	-.590	.552	-.328	.100
M_ECOL	-.739	-.264	.212	.278	.420
AE_KMQ	.861	.373	7.772E-02	3.625E-02	.237
N_QXKMQ	.945	.165	-6.89E-02	-1.12E-02	.220
P_QXKM	.917	.192	-.110	-6.99E-02	.269
IND_RISK_	.575	.304	.613	.373	-.241
RAR_SUP	.592	-.542	-.266	.474	7.186E-03

Metodo di estrazione: analisi componenti principali.

L'ordinamento delle unità di paesaggio sui primi due assi (PCA1 e PCA2) conferma la dispersione dei punti lungo i nuovi gradienti secondo una struttura continua (evidenziato dalla classificazione con il legame singolo). La sovrapposizione della classificazione in gruppi secondo il metodo di Ward evidenzia che le unità di paesaggio dello stesso gruppo formano aree omogenee, contigue, poco o nulla sovrapposte alle altre.



Lungo il primo asse i gruppi si dispongono secondo la sequenza 1,2,3,4 che definisce il paesaggio dai gruppi di unità di paesaggio a maggior naturalità a quelle più antropizzate. Lungo il secondo asse i gruppi 2 e 4 si separano rispettivamente dai gruppi 1 e 3 includendo i primi le unità di paesaggio in cui la frammentazione e la diffusione del tipo sono maggiori. Nel secondo grafico viene riportata sugli stessi assi la posizione delle 9 variabili.

Gruppi	Valori medi delle variabili per gruppo			
	1	2	3	4
NATREL	0.797	0.710	0.444	0.257
ENDREL	0.917	0.861	0.529	0.112
FRAMM	0.064	0.577	0.468	0.587
M_ECOL	8.892	9.900	4.096	3.703
AE_KMQ	147.655	199.963	2289.425	2266.542
N_QXKMQ	12.771	13.810	98.314	132.899
P_QXKMQ	1.846	1.903	17.976	23.374
IND_RISK_K	0.002	0.002	0.022	0.016
RAR_SUP	3.439	4.464	3.650	14.114

3.5.5 Analisi della varianza

L'analisi della varianza ha successivamente verificato la significatività dei gruppi ottenuti in relazione a ciascuna variabile. I requisiti richiesti per l'applicazione dell'ANOVA (normalità della distribuzione e omogeneità delle varianze nei gruppi) non sono rispettati per tutte le variabili; per questo motivo è stato applicato il test di *Brown-Forsythe* e l'analisi della varianza non parametrica (test di *Kruskal-Wallis*).

		Statistica ^a	df1	df2	Sig.
NATREL	Brown-Forsythe	237.869	3	151.668	.000
ENDREL	Brown-Forsythe	188.993	3	94.988	.000
FRAMM	Brown-Forsythe	66.075	3	107.412	.000
M_ECOL	Brown-Forsythe	86.141	3	190.620	.000
AE_KMQ	Brown-Forsythe	69.222	3	90.053	.000
N_QXKMQ	Brown-Forsythe	151.496	3	80.647	.000
P_QXKMQ	Brown-Forsythe	107.996	3	86.201	.000
IND_RISK_K	Brown-Forsythe	16.995	3	93.227	.000
RAR_SUP	Brown-Forsythe	160.868	3	183.193	.000

a. Distribuito a F asintoticamente

Test ^{a,b}									
	NATREL	ENDREL	FRAMM	M_ECOL	AE_KMQ	N_QXKMQ	P_QXKMQ	IND_RISK_K	RAR_SUP
Chi-quadrato	157.478	164.522	102.313	122.430	151.971	159.725	157.668	80.463	94.217
df	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sig. Asint.	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

a. Test di Kruskal Wallis

b. Variabile di raggruppamento: WARDORD

Entrambi i test risultano altamente significativi ($p < 0.001$) per tutte le variabili considerate. Ciò significa che tutte le variabili prese in considerazione contribuiscono alla formazione dei gruppi e che ciascuna variabile discrimina almeno un gruppo.

Le variabili maggiormente discriminanti selezionate sulla base dei valori più elevati delle statistiche calcolate sono NATREL, ENDREL e N_QXKMQ.

3.5.6 Analisi discriminante

Le elaborazioni finora effettuate hanno permesso di definire 4 gruppi di unità di paesaggio nettamente distinti e significativamente caratterizzati dalle variabili prese in considerazione.

Si è dunque proceduto all'applicazione dell'analisi discriminante (AD) al fine di:

- verificare la stabilità della classificazione ottenuta con la distanza euclidea quadratica e il metodo di Ward

- costruire con le variabili delle funzioni di classificazione per predire l'appartenenza delle unità di paesaggio a diversi profili ambientali qualora si verificano dei cambiamenti di valori delle variabili stesse
- individuare le variabili che risultano essere migliori predittori del grado di qualità espresso dai gruppi stessi

L'applicazione della AD è stata condotta secondo i passi descritti di seguito:

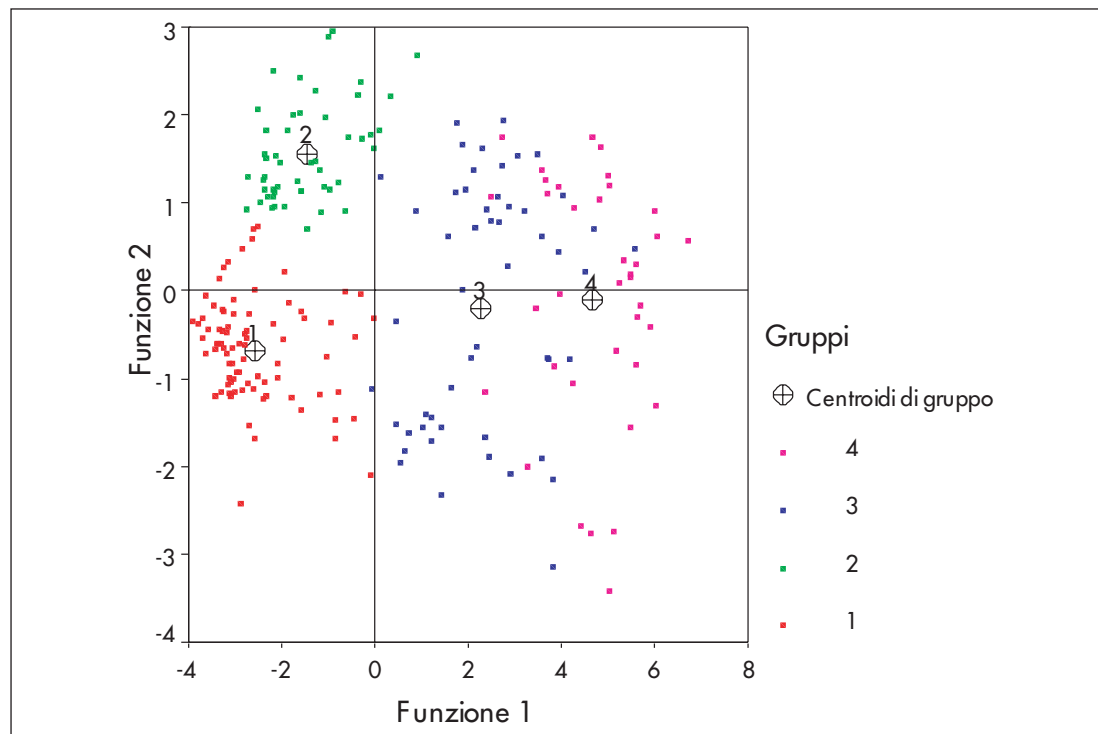
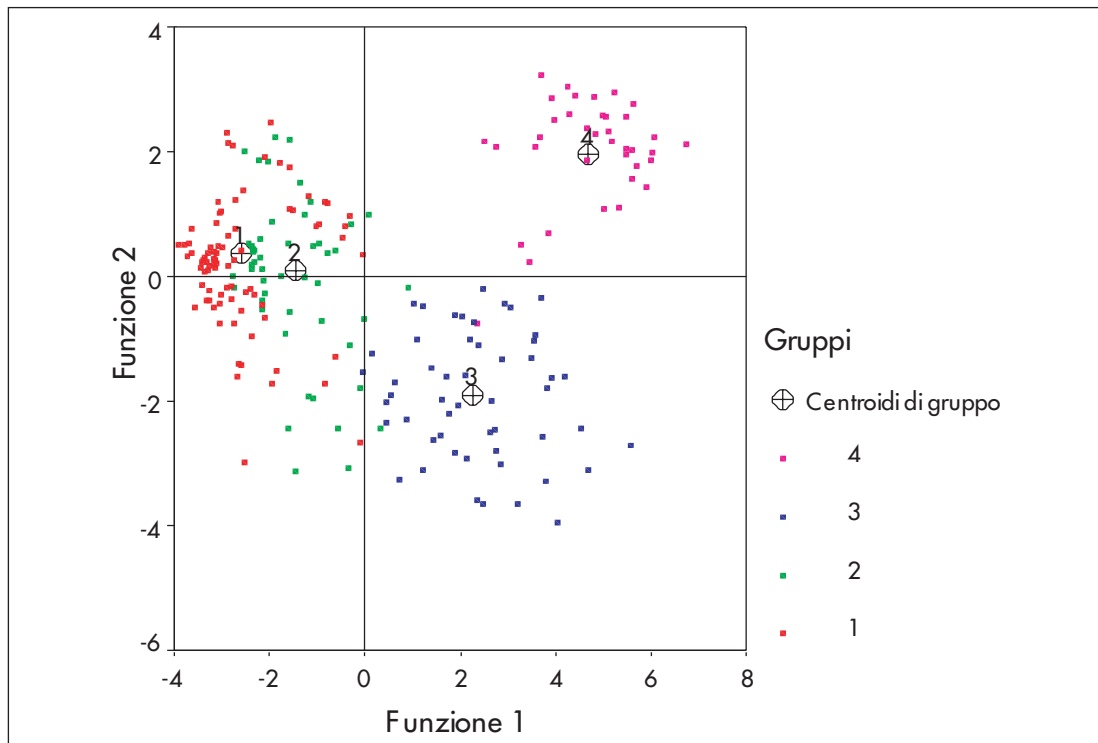
- La normalità della distribuzione di ogni variabile è un presupposto per l'applicazione corretta dell'analisi discriminante. Prima di procedere nell'analisi si è pertanto resa necessaria una trasformazione logaritmica di quattro variabili secondo la formula $\log\text{var}=\ln(\text{var}+1)$ per normalizzare la loro distribuzione asimmetrica (IND_RISK → LOGRISK, AE_KMQ → LOGAE, P_QXKMQ → LOGP, N_QXKMQ → LOGN).
- Non essendo soddisfatto il requisito di uguaglianza delle matrici di covarianza, si è optato per l'utilizzo delle matrici di covarianza per gruppi separati.
- Non conoscendo la reale distribuzione delle unità nella popolazione, sono state assegnate ad ogni gruppo medesime probabilità a priori di appartenenza senza tener conto delle dimensioni dei gruppi ottenuti dalla classificazione.
- Mediante una funzione random le unità di paesaggio sono state suddivise in due set, il primo comprendente il 70% delle unità su cui viene costruito il modello (set di training), e il secondo costituito dal restante 30% su cui si verifica l'affidabilità del modello (set di test). Più precisamente il set di training viene utilizzato dalla AD per costruire le funzioni di classificazione che vengono successivamente applicate ad entrambi i set al fine di convalidare (cross-validate) la classificazione nei 4 gruppi.
- Considerando che l'analisi viene effettuata solo su una parte, seppure rappresentativa, del territorio italiano, si è ritenuto comunque opportuno considerare nel modello tutte le variabili anche se il metodo *stepwise*, ad un certo livello soglia, avrebbe costruito le funzioni discriminanti con 6 variabili suggerendo l'eliminazione di 3 parametri (LOGP, LOGRISK, LOGAE).

Sulla base delle variabili la tecnica AD calcola le funzioni discriminanti generalmente in numero pari al numero di gruppi meno 1. La tabella degli autovalori consente di valutare la dispersione dei centroidi di gruppo lungo ciascuna dimensione dello spazio multivariato e indica la percentuale di varianza che ogni funzione riassume. La prima funzione spiega il 77.5% della varianza dei dati, la seconda il 15.5% e la terza il restante 7%.

Autovalori				
Funzione	Autovalore	% di varianza	% cumulata	Correlazione canonica
1	7.973 ^a	77.5	77.5	.943
2	1.592 ^a	15.5	93.0	.784
3	.725 ^a	7.0	100.0	.648

a. Per l'analisi sono state usate le prime 3 funzioni discriminanti canoniche.

L'ordinamento delle unità di paesaggio lungo le funzioni discriminanti (vedi ordinamenti prima/seconda funzione, prima/terza funzione) ha dato un esito simile a quello dell'analisi delle componenti principali con una maggiore accentuazione della separazione tra i gruppi che è indotta dal metodo stesso.



I valori nella matrice di struttura corrispondono alle correlazioni tra i descrittori (le variabili) e le funzioni discriminanti e la loro lettura aiuta ad interpretare il significato sostanziale delle funzioni stesse.

**METOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE
E DELLA VULNERABILITÀ TERRITORIALE DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO**

Matrice di struttura			
	Funzione		
	1	2	3
LOGP	.689*	-.249	-.289
NATREL	-.647*	.011	-.006
LOGN	.595*	-.226	-.230
LOGAE	.592*	-.327	-.147
ENDREL	-.553*	-.241	.117
RAR_SUP	.336	.688*	.065
LOGRISK	.166	-.259*	-.108
FRAMM	.253	-.055	.900*
M_ECOL	-.347	.161	.391*

Correlazioni comuni entro gruppi tra variabili discriminanti e funzioni discriminanti canoniche standardizzate; variabili ordinate in base alla dimensione assoluta della correlazione entro la funzione.

* Correlazione assoluta più grande tra ciascuna variabile e qualsiasi funzione discriminante

La prima funzione, che offre la maggiore discriminazione tra gruppi, è correlata positivamente con le variabili relative all'antropizzazione e negativamente con i parametri di naturalità ed unicità. Ulteriori separazioni tra i gruppi sono determinate dalla seconda funzione a cui sono correlate positivamente la diffusione percentuale del tipo di unità, negativamente le attività a rischio; dalla terza funzione a cui sono correlate positivamente le tendenze di frammentazione e molteplicità ecologica.

L'analisi discriminante costruisce un modello che prevede a quale gruppo appartiene ogni unità presa in considerazione utilizzando le variabili che meglio contribuiscono a discriminare i gruppi.

Con il metodo *stepwise*, il modello di discriminazione viene costruito in maniera iterativa e ad ogni passaggio è selezionata la variabile per la quale le medie dei gruppi sono più differenti, cioè quella con valore più elevato di F o con valore più piccolo di indice di *lambda di Wilks*. Scegliendo valori soglia di F per l'inserimento delle variabili molto bassi si garantisce che tutte le variabili entrino nel modello. Di seguito sono riportati i valori delle statistiche per ciascuna variabile selezionata ad ogni passo di calcolo.

Lambda di Wilks													
Passo	Numero di variabili	Lambda	df1	df2	df3	Statistica	F esatto			F approssimato			
							df1	df2	Sig.	df1	df2	Sig.	
1	LOGP	.202	1	3	147	193.481	3	147.000	.000				
2	RAR_SUP	.096	2	3	147	108.721	6	292.000	.000				
3	FRAMM	.052	3	3	147					93.139	9	353.043	.000
4	ENDREL	.036	4	3	147					79.299	12	381.280	.000
5	M_ECOL	.031	5	3	147					66.031	15	395.161	.000
6	NATREL	.028	6	3	147					56.579	18	402.122	.000
7	LOGRISK	.026	7	3	147					49.138	21	405.426	.000
8	LOGAE	.025	8	3	147					43.157	24	406.644	.000
9	LOGN	.025	9	3	147					38.250	27	406.594	.000

La variabile che presenta ad ogni passo il valore F più alto o il valore lambda più basso è selezionata nella costruzione delle funzioni discriminanti.

Coefficienti della funzione di classificazione				
	WARDORD			
	1	2	3	4
NATREL	109.606	104.650	97.290	118.988
ENDREL	-29.724	-29.261	-32.967	-55.465
FRAMM	3.939	14.770	15.363	18.579
M_ECOL	.906	.971	.261	7.208E-02
RAR_SUP	.308	.275	-8.09E-02	1.279
LOGAE	11.602	12.647	13.535	12.266
LOGN	10.819	9.309	7.656	6.648
LOGP	-19.907	-18.635	-11.356	-7.648
LOGRISK	-85.054	-124.272	-78.296	-128.142
(Costante)	-65.385	-68.240	-69.013	-78.011

Funzioni discriminanti lineari di Fisher

L'analisi discriminante permette inoltre la possibilità di costruire con le variabili delle funzioni predittive di appartenenza delle unità di paesaggio ai diversi gruppi qualora si verifichi la possibilità che nuovi oggetti (unità di paesaggio) si aggiungano all'insieme od avvengano dei cambiamenti di valori delle variabili stesse all'interno dei singoli oggetti.

L'AD calcola automaticamente le funzioni di classificazione che possono essere utilizzate per determinare a quale gruppo appartiene ogni caso.

Ci sono tante funzioni di classificazione quanti sono i gruppi ed ogni funzione permette di calcolare dei punteggi di classificazione (P) per ogni caso di ogni gruppo, applicando la formula:

$$P_i = a_i + b_{i1} x_1 + b_{i2} x_2 \dots + b_{ij} x_j \dots + b_{im} x_m$$

in cui l'indice i indica il gruppo e varia da 1 a n gruppi, x_j indica il valore della j -esima variabile nel caso considerato e m indica il numero di variabili, a_i è una costante per il gruppo i -esimo e b_{ij} è il peso relativo alla j -esima variabile relativamente al gruppo i -esimo. P_i è il risultante punteggio di classificazione per il gruppo i -esimo.

Calcolati i punteggi di classificazione per ciascuna unità territoriale, queste vengono classificate come appartenenti al gruppo con punteggio di classificazione più elevato e viene di conseguenza definita la loro caratterizzazione ambientale.

		Gruppo di appartenenza previsto (Mahalanobis)				Totali
		WARDORD	1	2	3		4
Casi selezionati	Conteggio	1	56	2		58
		2		32		32
		3		1	36	37
		4			2	22	24
	%	1	96.6	3.4		100.0
		2		100.0		100.0
		3		2.7	97.3	100.0
		4			8.3	91.7	100.0
Casi non selezionati	Conteggio	1	19	5	1	25
		2		17	1	18
		3			15	15
		4			1	12
	%	1	76.0	20.0	4.0	100.0
		2		94.4	5.6	100.0
		3			100.0	100.0
		4			7.7	92.3	100.0

94.7% di casi raggruppati originali selezionati e classificati correttamente.

93.0% di casi raggruppati originali non selezionati e classificati correttamente.

L'AD ha confermato sul primo set di dati la classificazione per il 94.7% delle unità di paesaggio ed ha calcolato una nuova attribuzione ai gruppi per il restante 5.3%. Risultati pressoché uguali sono stati ottenuti applicando le funzioni di classificazione al secondo set (93.0% delle unità di paesaggio classificate correttamente, nuova attribuzione per il restante 7.0%). L'alta percentuale di unità classificate in maniera coerente a quella già individuata con la distanza euclidea e il metodo di Ward in entrambi i set conferma che il modello è in grado di riclassificare con un'ottima affidabilità circa il 94% delle unità di paesaggio anche quelle che non hanno contribuito alla costruzione del modello.

Il calcolo delle probabilità associate alla distanza di Mahalanobis applicata alle nuove funzioni discriminanti permette di individuare le probabilità a posteriori di appartenenza di ciascuna unità territoriale a ciascuno dei 4 gruppi. Il gruppo di appartenenza viene scelto sulla base della probabilità più elevata. L'applicazione di questa tecnica statisticamente più precisa migliora la previsione dell'appartenenza ai gruppi rispetto a quella determinata direttamente dai punteggi ottenuti con le funzioni di classificazione. Nel nostro caso la validazione incrociata con i gruppi originali ha dato risultati prossimi al 96% sia nel set di training che in quello di test.

L'elevata congruenza dei risultati relativi ad entrambi i metodi ci permette di suggerire l'utilizzo diretto delle funzioni di classificazione per individuare il profilo ambientale ("vulnerabilità territoriale") della singola unità di paesaggio (definito dall'appartenenza al gruppo). Questo metodo risulta essere il più semplice in quanto usa direttamente le variabili originali. Il calcolo delle distanze di Mahalanobis sulle funzioni discriminanti e delle relative probabilità è una procedura che, seppure maggiormente precisa, richiede l'utilizzo di software specifici di analisi statistica quali SPSS o Statistica.

3.5.7 Descrizione delle classi individuate

Classe 1. Unità di paesaggio ad elevato pregio, bassa frammentazione e basso impatto

Fanno parte di questa classe le unità di paesaggio il cui il pregio è massimo e l'impatto minimo. Ciò che le distingue dal gruppo successivo di simile pregio è il basso valore della frammentazione. Si tratta di aree ricoperte da estesi ecosistemi naturali o prossimo naturali, spesso anche di notevole rarità. La presenza dell'uomo è limitata, sia in termini di superfici ricoperte da habitat degradati sia per il numero di abitanti equivalenti e di quantità di fosforo ed

azoto introdotte. Fatta eccezione per le lagune di Venezia; Grado e Marano, tutte le unità incluse in questa classe ricadono nei sistemi montuosi alpini e prealpini. Interessante è anche l'inclusione delle Valli del Natisone e del Torre, che pur affacciandosi sulla pianura e presentando quote modeste, sono oggi ricoperte quasi completamente da boschi.

Classe 2. Unità di paesaggio ad elevato pregio, alta frammentazione e basso impatto

Vi sono incluse le unità di paesaggio che, pur presentando elevati valori di naturalità, rarità e molteplicità e bassi valori (anche se leggermente maggiori rispetto al gruppo precedente) dei parametri di impatto, sono maggiormente frammentate. Come già evidenziato, questo valore rappresenta una stima indiretta della sensibilità e del rischio di degradazione. Questo gruppo può quindi essere interpretato come quello in cui una situazione di notevole valore ecologico-ambientale è sottoposta ad un elevato rischio di degradazione. Le Unità di questo gruppo caratterizzano i sistemi montuosi alpini e prealpini e l'altopiano carsico.

Classe 3. Unità di paesaggio a medio pregio, alta frammentazione ed alto impatto

Sono qui raggruppate le unità di paesaggio in cui i fattori di disturbo diventano consistenti, (se non elevati), la frammentazione è elevata, ma persistono ancora livelli discreti di pregio. La naturalità è ancora presente nella fascia collinare pedemontana, (colline terrigene, anfiteatri morenici, colli Berici ed Euganei), lungo la fascia costiera e lungo i grandi fiumi che attraversano la pianura. Sono sistemi che mantengono elementi naturali, ma nell'ambito di contesti territoriali ormai degradati.

Classe 4. Unità di paesaggio a basso pregio, alta frammentazione ed alto impatto

Include le unità di paesaggio in cui i fenomeni di sfruttamento antropico e di degradazione del territorio hanno raggiunto livelli più elevati. I valori di pregio sono molto bassi, e ciò che di naturale rimane è assai frammentato. Tutti i parametri relativi all'impatto sono invece massimi. Ricadono qui tutte le unità della pianura aperta in cui la matrice pressoché continua di colture intensive ed aree urbane, è interrotta solo sporadicamente da ambienti seminaturali o naturali.

La rappresentazione cartografica dell'appartenenza delle unità alle 4 classi è presentata in Tavola 14.

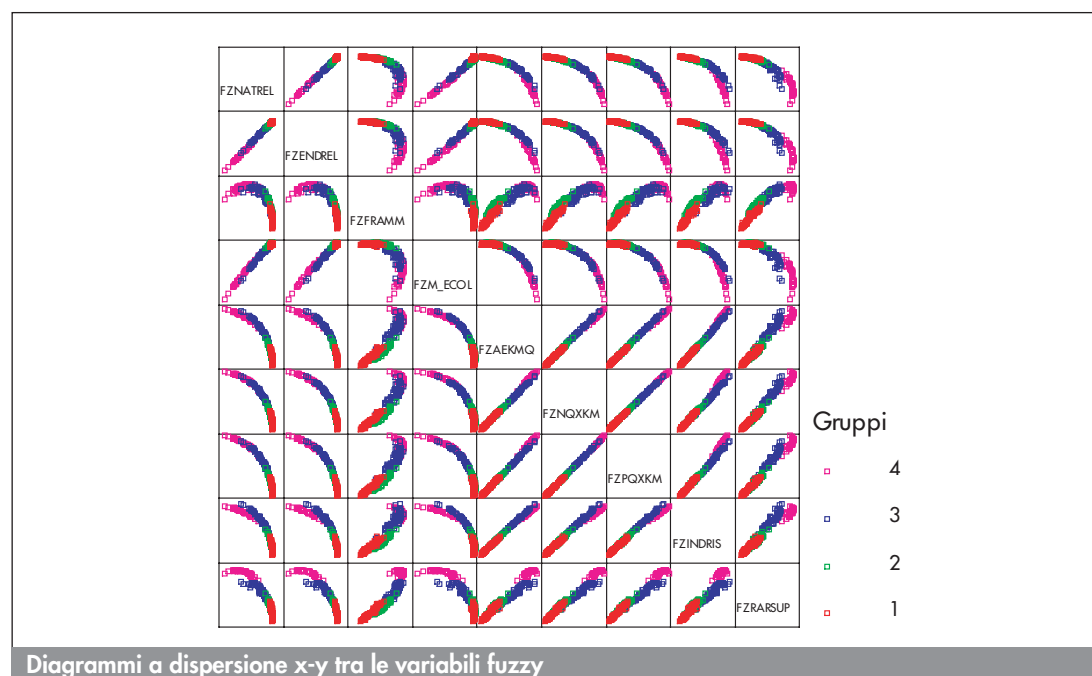
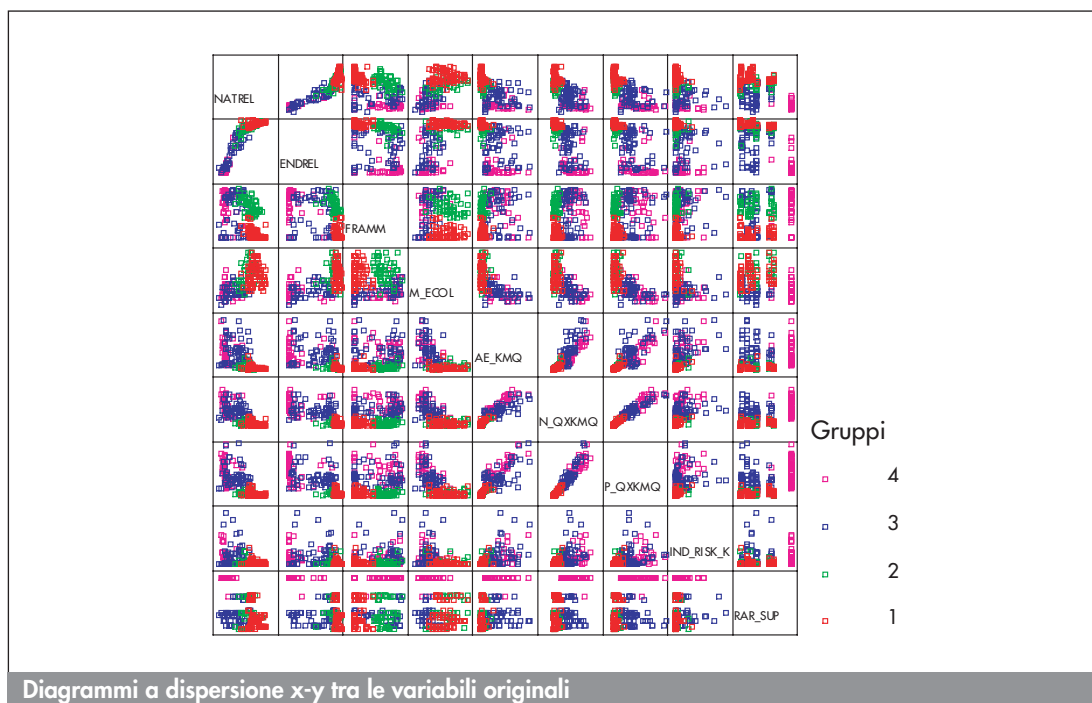
3.5.8 Indici sintetici di valutazione

Un ulteriore approfondimento della valutazione di appartenenza delle unità di paesaggio ad una situazione ambientale ideale, che nell'analisi discriminante si realizzava attraverso un indice di appartenenza ad una delle 4 classi definite, può essere ottenuta attraverso la teoria dei *fuzzy set* (insiemi sfumati). Essa si basa sulla caratterizzazione delle classi delle unità di paesaggio ottenute con il sistema di classificazione. Infatti, sulla base di questa teoria, ciascuna classe viene interpretata come un insieme sfumato a cui tutte le unità di paesaggio appartengono secondo un certo grado di appartenenza (Zadeh 1965, Zimmerman 1996). L'appartenenza viene calcolata sulla base della somiglianza media che le unità di paesaggio hanno con ogni classe. Questa è stata ottenuta eseguendo la media dei complementi a 1 delle distanze euclidee riscalate tra 0 ed 1 (altri coefficienti che variano tra 0 ed 1 possono essere ugualmente applicati). Sulla base degli insiemi sfumati definiti dalle classi di unità di paesaggio si sono calcolati anche gli insiemi sfumati definiti dalle 9 variabili come suggerito da Feoli e Zucarello (1986, 1988).

L'applicazione dei *fuzzy set* alle variabili (Environmental fuzzy sets) fa sì che la loro variabilità si riduca attorno ai centroidi dei gruppi (classi definite dalla classificazione e giustificate dalle loro caratteristiche distintive) e non resti sparsa attorno ad un'unica media. L'effetto risulta evidente osservando le due figure nel testo.

Entrambi i grafici presentano diagrammi a dispersione x-y, il primo tra le variabili originali e il secondo tra le variabili *fuzzy*. Ciascun grafico evidenzia la dispersione delle unità di paesaggio, colorate in funzione del gruppo di appartenenza, nel piano determinato da due variabili alla volta. La disposizione dei punti nel piano evidenzia le correlazioni esistenti tra le

coppie di variabili. Si può notare come l'utilizzo delle variabili fuzzy, mantenendo la coesione tra le unità dello stesso gruppo, migliora di molto anche la visualizzazione del tipo di correlazione esistente tra le variabili.



Per giungere ad una valutazione sintetica del valore ecologico delle singole unità intesa come combinazione delle distanze dalle situazioni considerate migliore e peggiore, sono stati applicati due indici. Prima del calcolo di questi indici riassuntivi, si è provveduto ad uniformare la scala dei valori delle variabili in maniera tale che tutte avessero valori compresi tra 0 ed 1 con andamento crescente in relazione alla qualità naturalistica. Ad esempio il valore di frammentazione della copertura degli ecosistemi naturali, che quanto più è alto tanto più incide negativamente sulla qualità dell'unità territoriale, è stato trasformato in valore di integrità dell'u-

nità stessa. Alla stessa maniera sono state soggette a trasformazione le variabili: AE_KMQ, N_QXKMQ, P_QXKMQ, IND_RISK e RAR_SUP.

Il primo indice utilizzato si basa sulla proprietà anticommutativa di due insiemi sfumati introdotta da Roberts (1986) la cui formula è data da:

$$\mu_{A/B}(x) = \frac{\{1 + [1 - \mu_B(x)^2] - [1 - \mu_A(x)^2]\}}{2}$$

dove $\mu_A(x)$ e $\mu_B(x)$ definiscono i gradi di appartenenza dell'elemento x all'insieme A e B rispettivamente. Il valore $\mu_{A/B}(x)$, compreso tra 0 ed 1, esprime il grado di appartenenza al gruppo A e contemporaneamente il grado di non appartenenza al gruppo B . In questo caso A è il gruppo che esprime la situazione migliore e B quella peggiore.

Essendo la proprietà anticommutativa una proiezione, con essa viene ridotto il potere risolutivo tra i punti, nel senso che due punti distanti in modo diverso dalla situazione migliore potrebbero risultare con lo stesso grado di appartenenza perché potrebbero avere lo stesso valore sull'asse che unisce A e B .

Il secondo indice si basa su una formula più semplice che, non proiettando i punti su un asse di appartenenza (Metodo del punto ideale, Malcewsky 1999), trova solo una somiglianza (o appartenenza) all'insieme migliore pesata con la somiglianza all'insieme peggiore (indice C). In questo caso, dopo aver trovato per ciascuna j -esima variabile i valori massimo (V_{ij}), considerato punto migliore, e minimo (V_{-j}), considerato punto peggiore, sono calcolate per ciascuna i -esima unità territoriale la distanza dall'unità idealmente migliore e dall'unità idealmente peggiore nella seguente maniera:

$$S_{i+} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{+j})^2} \qquad S_{i-} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{-j})^2}$$

Infine la vicinanza relativa di ciascuna unità territoriale alla situazione idealmente migliore (c) è data dal rapporto seguente:

$$C_{i+} = \frac{S_{i-}}{S_{i+} + S_{i-}}$$

I due indici sono stati applicati entrambi sia alle variabili originali trasformate tra 0 ed 1 secondo il rapporto all'intervallo, sia alle variabili *fuzzy*.

Più precisamente la differenza anticommutativa è stata applicata tra l'unione (situazione migliore), e l'intersezione delle variabili (situazione peggiore). L'unione si ottiene considerando per ciascuna unità il valore massimo tra tutte le variabili, e l'intersezione considerandone il valore minimo.

Inoltre la proprietà anticommutativa è stata applicata anche ai *fuzzy set* 1 e 4 esprimenti rispettivamente l'appartenenza di tutte le unità territoriali al gruppo valutato di qualità naturalistica migliore e al gruppo considerato peggiore.

I valori degli indici calcolati con la differenza anticommutativa e con la formula del "metodo del punto ideale" sono stati confrontati sulla base della separazione che producono tra le diverse classi di unità di paesaggio mediante l'analisi della varianza.

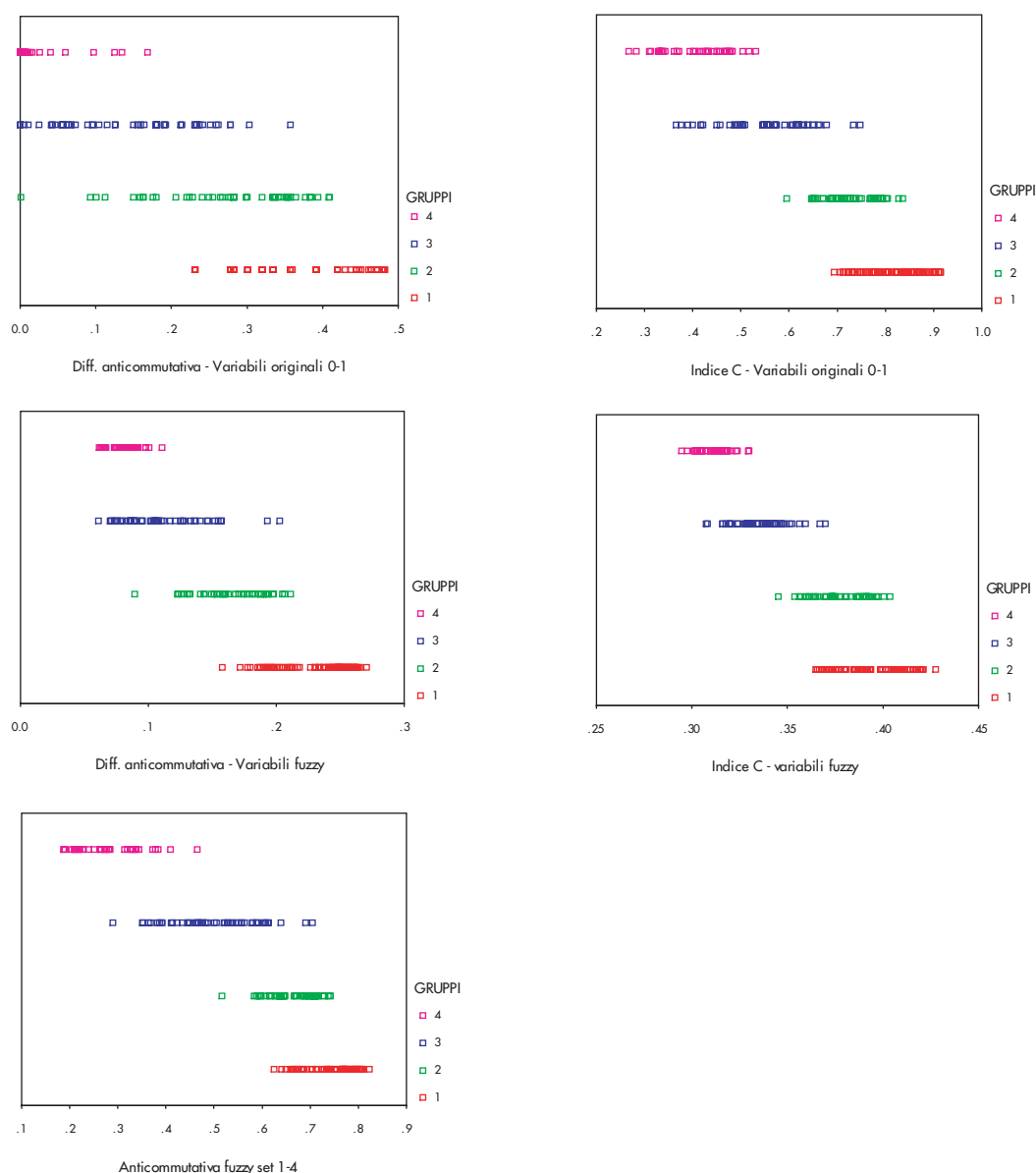
La significatività dei test di varianza è stata valutata solo in relazione al test di Brown-Forsythe in quanto per il test F non erano soddisfatti i requisiti di omogeneità delle varianze delle variabili all'interno dei gruppi. Entrambi gli indici si sono rilevati molto significativi in tutti i casi per la separazione delle classi.

Osservando i valori dei test di varianza si nota comunque che quelli relativi agli indici C sono

	Brown-Forsythe ^a	Sig.	F
Indice C - Variabili originali	359.013	.000	373.376
Diff. anticommutativa - Variabili originali	210.231	.000	197.654
Indice C - Variabili fuzzy	485.835	.000	414.629
Diff. anticommutativa - Variabili fuzzy	406.297	.000	367.663
Diff. anticommutativa - Fuzzy set 1,4	450.216	.000	491.159

a. Distribuito a F asintoticamente

sempre più elevati di quelli delle corrispondenti differenze anticommutative e che la valutazione degli indici sul set delle variabili fuzzy è più discriminante i gruppi rispetto a quella ottenuta sulle variabili originali. La differenza anticommutativa, inoltre, applicata direttamente ai fuzzy set 1 e 4 discrimina meglio i gruppi rispetto agli indici C e alla differenza anticommutativa applicati alle variabili originali e fuzzy. Nei diagrammi che seguono vengono rappresentate le distribuzioni dei valori degli indici in relazione ai 4 gruppi di unità, mentre i risultati della classificazione e gli indici sintetici sono riportati in Allegato 3.



3.5.9 Sintesi conclusiva e applicazioni

Obiettivi primari dell'analisi statistica sono la verifica dei parametri descrittivi proposti in questa metodologia e la definizione di una procedura per la valutazione del profilo ambientale e del pregio delle unità di paesaggio.

Sui dati a disposizione è stata effettuata preliminarmente una analisi della correlazione per verificare se le variabili scelte presentavano una qualche correlazione significativa, ipotesi risultata vera per le 9 variabili quantitative e falsa per l'unica variabile ordinale (tipicità). Questa variabile è stata esclusa dalle elaborazioni successive.

Mediante una classificazione dei dati, si è verificata l'esistenza di gruppi di unità di paesaggio con caratteristiche comuni. La classificazione secondo l'algoritmo di Ward sulla matrice delle distanze euclidee ha permesso di riconoscere sul relativo dendrogramma 4 gruppi ben distinti di Unità di Paesaggio caratterizzate da un diverso profilo ambientale. A conferma di questo risultato, l'analisi della varianza ha consentito di verificare la significatività dei 4 gruppi per ciascuna variabile.

L'analisi delle componenti principali (PCA) è la tecnica statistica che trasforma le variabili originarie in uno spazio informativo ridotto con lo scopo di facilitare l'interpretazione dei parametri scelti.

La rappresentazione delle unità di paesaggio, distinte secondo la classificazione, lungo le componenti principali ha permesso di verificare graficamente la netta separazione tra i gruppi e successivamente di interpretarli: lungo la prima componente le unità si dispongono dal gruppo 1 al gruppo 4 secondo un gradiente decrescente di pregio e crescente di antropizzazione. Lungo la seconda componente le unità seguono un gradiente di frammentazione e diffusione del tipo.

L'analisi discriminante ha consentito di definire le variabili più importanti nella definizione dei gruppi e di confermare la bontà della precedente classificazione.

Dall'analisi sono state derivate inoltre le funzioni predittive di classificazione per:

- l'assegnazione ai 4 gruppi di nuove unità sulla base dei valori che ivi assumono i 9 parametri ambientali considerati;
- la riassegnazione ai 4 gruppi delle unità in cui i valori nei 9 parametri siano modificati.

Infine, i fuzzy sets sono stati impiegati, insieme alle variabili originali, per la derivazione di più indici sintetici (calcolati secondo la distanza anticommutativa, DA, ed il metodo del punto ideale, C) quali indicatori della qualità ambientale globale. L'analisi della varianza indica come maggiormente discriminante, in relazione ai gruppi ottenuti dalla classificazione, l'indice C sulle variabili *fuzzy*.

Ove non sia possibile disporre di sofisticati strumenti di analisi statistica, l'applicazione delle funzioni predittive per l'assegnazione ai 4 gruppi e dell'indice C sulle variabili originali permette di ottenere con discreta precisione il profilo ambientale per unità di paesaggio nuove o che hanno subito variazioni ambientali. L'applicazione di questo indice considerando tutte le variabili è presentata nella Tavola 15.

Verificata la robustezza statistica di questo indice, esso è stato applicato alle sole variabili di naturalità, unicità e molteplicità in modo da ottenere l'indice di pregio ambientale per le unità di paesaggio. Questo indice non tiene conto dei fattori di disturbo indotto dalla presenza antropica né del grado di frammentazione, ma esclusivamente dei parametri che indicano il valore ecologico-naturalistico e viene presentato in Tavola 16.

La Tavola 17 mostra l'integrazione tra il risultato della classificazione dei dati e l'applicazione dell'indice C a tutte le variabili considerate.

Infine, si riporta di seguito il diagramma di flusso della procedura di analisi statistica.

3.6 Il sistema informativo e lo stato di conservazione dei sistemi ecologici

Il sistema informativo è stato dotato di procedure in grado di effettuare un confronto tra la distribuzione dei sistemi ecologici a medio ed elevato pregio (classi 3 e 4) e la presenza sul territorio di forme istituzionali di tutela, in particolare Parchi regionali e nazionali, Zone di Protezione Speciale e Siti di Importanza Comunitaria.

Tale confronto fornisce una misura speditiva di quanto i sistemi ecologici presenti nel territorio in esame siano già oggetto di protezione, con l'intento di evidenziare eventuali aree ad alto pregio per le quali sarebbe opportuno intervenire all'interno delle 4 classi.

La procedura di calcolo misura per ogni unità di paesaggio la percentuale di aree a medio ed elevato pregio che sono già tutelate.

Essendo la percentuale una misura adimensionale che non tiene conto della quantità di naturalità totale presente nell'unità di paesaggio, si ritiene opportuno confrontare questi valori con la misura della naturalità relativa (NatRel).

È stato così possibile evidenziare quelle unità nelle quali c'è una rilevante presenza di ecosistemi di valore e un basso livello di tutela.

La Tavola 18 e la tabella sottostante presentano il risultato dell'analisi. Undici unità risultano avere una naturalità complessiva superiore all'80% ed essere protette per meno di un terzo della loro estensione, in particolare in due aree montane (NE Friuli e Dolomiti bellunesi-ampezzane).

Nome unità	Estensione (ha)	Superficie protetta	Naturalità relativa
Col Nudo, Monte Cavallo	20527	0.09	0.83
Monte Resettum, Monte Castello	13560	0.28	0.83
Monte Zuc dal Bor	10012	0.08	0.81
Monte Iof di Miezegnot, Monte Schenone	8347	0.01	0.82
Valle del Fiume Ansiei	5205	0.32	0.81
Monte Posar	5093	0.12	0.8
Valle Raccolana	3314	0.1	0.8
Monte Pieltnis	2803	0.24	0.81
Versante destro del Torrente Cordevole	2273	0	0.83
Monte Averau, Settesassi	1279	0	0.89
Valle tra le Tofane e il Monte Averau	1102	0.29	0.93

Inoltre, la fascia pedemontana che presenta valori di naturalità relativa medio-alta, risulta in generale scarsamente protetta. Infine per la zona di pianura, sono ben tutelate tutte le aree lagunari

Questi valori possono essere facilmente confrontati con i valori di appartenenza alla situazione ideale (gruppo1) calcolati in base alla proprietà anticommutativa o all'indice C.

4. Considerazioni conclusive

Nella realizzazione del progetto Carta della Natura alla scala 1:250.000 la "Carta delle Unità fisiografiche dei Paesaggi Italiani" costituisce la cartografia delle unità territoriali di riferimento per l'intero territorio nazionale. I paesaggi sono stati identificati tramite criteri che derivano dall'osservazione sintetica delle principali caratteristiche, prevalentemente fisiografiche, che li contraddistinguono. Sulla base della classificazione dei differenti paesaggi italiani, sono state inoltre identificate le "Unità di Paesaggio", che rappresentano ambiti territoriali ben definiti e caratterizzati geograficamente. La scala di analisi è tale da poter fornire, a seguito del processo valutativo che definisce "Qualità ambientale" e "Vulnerabilità territoriale", un quadro sintetico regionale finalizzato ad una pianificazione generale.

Nella realizzazione della metodologia di valutazione delle Unità di Paesaggio, ci si è inoltre prefissi i seguenti obiettivi:

- individuare le metodologie più adeguate per la produzione di una carta degli "habitat" spazialmente e tipologicamente congrua con la scala di indagine scelta, ovvero 1:250.000;
- definire una serie di indicatori in grado di stimare il pregio, il rischio e l'impatto ambientale per le singole unità di paesaggio;
- disegnare una procedura per la caratterizzazione del profilo ambientale delle unità di paesaggio, in grado di sintetizzare in una scala ordinale ed in un indice continuo tutti i parametri considerati, valutandone anche l'apporto informativo;

La metodologia è stata testata su di un'area che per le sue caratteristiche di estensione, e di eterogeneità ambientale si ritiene sufficientemente significativa.

Ciononostante, l'applicazione della metodologia a contesti paesaggistici del tutto differenti (quali le aree vulcaniche, tavolati calcarei, etc.) dovrebbe richiedere un'ulteriore verifica della esaustività del metodo proposto come si evince anche dalla fase di analisi dei dati.

Come già evidenziato, una delle condizioni necessarie è stata quella di basarsi su informazioni certificate e disponibili omogeneamente per l'intero territorio nazionale, in modo tale da rendere estensibile anche ad altre regioni l'intero processo valutativo.

Il Sistema Informativo di Carta della Natura ha permesso di gestire informazioni geografiche a diversa scala, di sintetizzarle ed integrarle ad una scala 1:250.000; è stato inoltre progettato secondo un'architettura aperta e che integra procedure automatizzate di analisi spaziale.

Da nuove o più aggiornate informazioni geografiche e tabulari di base è possibile ricalcolare le variabili di pregio, impatto e frammentazione e derivare gli indici di valutazione sintetica in maniera automatica per le unità di paesaggio.

È opportuno comunque considerare che, sebbene i risultati delle analisi statistiche forniscano delle indicazioni generiche sintetiche, la corretta interpretazione dei risultati non potrà prescindere dall'analisi dei singoli strati informativi sottiacenti.

Bibliografia

- AA.VV., 1991. *Corine biotopes manual – Habitats of the European Community*. Luxembourg.
- Accordi G., Carbone F., Civitelli G., Corda L., De Rita D., Esu D., Funicello R., Kotsakis T., Mariotti G. & Sposato A. 1988. "Carta delle litofacies del Lazio-Abruzzo ed aree limitrofe. Note illustrative", Quaderni de "La ricerca scientifica", **114** (5), p. 223.
- Arc/Info 1997. Version 7.1.1. Copyright 1982-1997. Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Anderberg N.R., 1973. *Cluster Analysys for applications*. Academic Press, London, 359 pp.
- Barbiero G. Cicioni Gb. e Spaziani F.M. (1987): "Un sistema informativo per la valutazione dell'inquinamento potenziale. Un'applicazione alle Regione e alle Provincie italiane", Quad. Ist. Ric. Acque, **74**, Roma, 297 pp.
- Barbiero G., Puddu A. e Spaziani F.M. (1998): "I coefficienti di popolazione equivalente delle attività economiche", Inquinamento (1), 46-50.
- Boccaletti M. (Ed.) 1982. "Carta strutturale dell'Appennino settentrionale. Scala 1:250.000", CNR., P. F. Geodinamica, **429**.
- Bonardi G., D'Argenio B. & Perrone V. (Eds) 1988. "Carta geologica dell'Appennino meridionale. Scala 1:250.000", Mem. Soc. Geol. It., **41**.
- Busnardo G. & Lasen C., 1994. *Incontri con il Grappa – Il paesaggio vegetale. Moro-Centro incontri con la natura "Don Paolo Chiavacci", Cassola (VI)*, pp. 175.
- Caniglia G., Geremia A. & Busnardo G., 1995. *La vegetazione dei Colli Asolani sud-occidentali (Treviso)*. Fitosociologia 29: 103-114.
- Christian C.S. & Stewart G.A. 1953. "General report on survey of Catherine-Darwin region, 1946", Land Research Series, **1**, Canberra: CSIRO.
- Christian C.S. & Stewart G.A. 1968. "Methodology of Integrated Surveys", *Proceedings of the Conference on Aerial Surveys and Integrated Studies*, UNESCO, Toulouse, 233-280.
- CEE 1993. *CORINE Land Cover*, Guida tecnica, CORINE Programme.
- Decreto Ministeriale del 19 aprile 1999, *Approvazione del codice di buona pratica agricola*, G.U. n° 102 S.O. n° **86** del 4 maggio 1999.
- Del Favero R. & Lasen C., 1993. *La vegetazione forestale del Veneto - II Edizione*. Libreria progetto.
- Del Favero R., 2000. *Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto*. Regione del Veneto, pp. 335.
- Del Favero R., Poldini L., Bortoli P.L., Dreossi G., Lasen C. & Vanone G., 1998. *La vegetazione*

forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia. Reg. auton. Friuli-Venezia Giulia, Direzione. Reg. Foreste – Serv. Selvicoltura, vol. 1: 490 pp., vol. 2: 1-303 + I-LIII + 61 grafici, Udine.

FAO 1974. "Approaches to land classification", *FAO Soils Bulletin*, **22**, p. 120.

Feoli Chiapella L. & Poldini L., 1993. *Prati e pascoli del Friuli (NE Italia) su substrati basici*. *Studia Geobot.*, **13**: 3-140.

Feoli E. & Zuccarello V. 1986. *Ordination based on classification: yet another solution?* *Abstracta Botanica* **10**: 203-219.

Feoli E. & Zuccarello V. 1988. *Syntaxonomy: a source of useful fuzzy sets for environmental analysis?* *Coenoses* **3**:141-147.

Feoli E. & Zuccarello V. 1996. *Spatial pattern of ecological processes: The role of similarity in GIS applications for landscape analysis*. In Fisher M., H. Scholten and D. Umwin "Spatial analytical perspective on GIS" Taylor and Francis. London pp. 175-186.

Ferretti (Ed.) 1989. *Volo Italia*, aerial photographs of Italy, nominal scale 1:75.000.

Forman, R. T. T. & Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*, John Wiley & Sons, p. 619.

Giordano, A. 1989. "Il telerilevamento nella valutazione delle risorse naturali". *Riv. Agr. Subtrop. e Trop.*, **83** (1). Istituto Agronomico per l'Oltremare, Firenze.

Haines-Young, R., Green, D. R. & Cousins, S. H. (Eds) 1993. *Landscape Ecology and GIS*. Taylor & Francis, p. 288.

Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI). *Carta "Il Mondo (JOG) 1501"*, serie 250/G, scala 1:250.000.

Istat (1984): "6° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi - 26 ottobre 1981", voll. vari, Roma.

Istat (1991): "4° Censimento Generale dell'Agricoltura-Caratteristiche strutturali delle aziende agricole", voll. vari, Roma.

Istat (1994): "7° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi - 21 ottobre 1991", voll. vari, Roma.

Istat (1999): "Censimento Intermedio dell'Industria e dei Servizi del 1996 (31 dicembre 1996)", voll. vari. Roma.

Istat (vari): "Annuario di statistica agraria", voll. vari. Roma.

Istat (vari): "Annuario di statistica agraria", voll. vari. Roma.

Jaeger A.G.J. 2000. *Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation*. *Landscape Ecology* **15**: 115-130.

Lacate D. S. 1969. "Guidelines for Bio-physical Land Classification", *Canadian Forest Service Publication*, **1204**, p. 61.

Lasen C., 1989. *La vegetazione dei prati aridi collinari-submontani del Veneto*. *Atti Simp. Soc. Estalp.-Din. Fitosoc.* (Feltre 29/6 - 3/7/1988): 17-38.

- May R.M. 1989. *Ecological Concepts*, Blackwell Es., p. 363.
- Marchiori S. & Sburlino G., 1982. *I prati umidi dell'anfiteatro morenico del Tagliamento (Friuli - Italia nord-orientale)*. Doc. Phytosoc. n.s. **7**: 199-222.
- McGarigal K., Cushman S.A., Neel M.C., & Ene E., 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts, Amherst.
- Meinig D.W. 1979. *"The interpretation of Ordinary Landscapes"*, *Geographical Essays*, Oxford, Oxford University Press.
- Mucina L., Grabherr G. & Ellmauer T., 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. G. Fischer, Jena-Stuttgart-New York.
- Naveh Z. & Lieberman A.S. 1984. *Landscape Ecology Theory and Applications*. Springer-Verlag.
- O'Neill R.V. 1989. *'Perspectives in hierarchy and scalè*. In: Roughgarden J., May R.M. & Levin S.A. Eds: *Perspectives in Ecological Theory*. Princeton University Press.
- O'Neill R.V., De Angelis D.L., Waide J.B. & Allen T.F.H. 1986. *A Hierarchical Concept of Ecosystems*, Princeton University Press, p. 254.
- Pedrotti F. (Ed.) 1991. *'Carta della vegetazione reale d'Italia. Scala 1:1.000.000'*, In: Ministero dell'Ambiente, *Relazione sullo stato dell'ambiente*.
- Pignatti S. 1994. *Ecologia del paesaggio*, UTET, Torino, p. 225. Pignatti Wikus E. & Pignatti S., 1983. *La vegetazione delle vette di Feltre al di sopra del limite degli alberi*. *Studia Geobot.* **3**: 7-47.
- Pignatti Wikus E. & Pignatti S., 1988 (1987). *Introduzione al paesaggio vegetale delle Dolomiti*. *St. Trent. Sci. Nat. Acta Biol.* **64** (suppl.): 13-26.
- Poldini L. & Nardini S., 1993. *Boschi di forra, faggete e abieteti in Friuli (NE Italia)*. *Studia Geobot.*, **13**: 215-298.
- Poldini L. & Oriolo G., 1994. *La vegetazione dei prati da sfalcio e dei pascoli intensivi (Arrhenatheretalia e Poo-Trisetetalia) in Friuli (NE Italia)*. *Studia Geobot.*, **14**, suppl. 1: 3-48.
- Poldini L. & Oriolo G., 1997. *La vegetazione dei pascoli a Nardus stricta e delle praterie subalpine acidofile in Friuli (NE-Italia)*. *Fitosociologia*, **34**: 127-158.
- Poldini L. & Vidali M., 1999. *Kombinationsspiele unter Schwarzföhre, Weißkiefer, Hopfenbuche und Mannaesche in den Südostalpen*. *Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum*, **12**: 105-136.
- Poldini L., 1989. *La vegetazione del Carso isontino e triestino*. Ed. Lint, pp. 315, Trieste.
- Poldini L., Vidali M. & Fabiani M.L., 1999. *La vegetazione del litorale sedimentario dell'Alto Adriatico con particolare riguardo al Friuli-Venezia Giulia (NE Italia)*. *Studia Geobot.*, **17**: 3-68, Trieste.
- Prigogine I. & Stengers I. 1984. *Order out of chaos: man's new dialogue with Nature*, Bantam Ed., New York.
- Regione Emilia Romagna 1987. *Piano Territoriale Paesistico regionale*, Ass. Edil. Urban. Regione Emilia Romagna, Bologna.

- Regione Marche 1991. *L'ambiente fisico delle Marche*, Ass. Urbanistica-Ambiente, Ancona.
- Regione Toscana 1994. *I sistemi di paesaggio della Toscana*, p. 157.
- Reichenbach P., Acevedo W., Mark R.K. & Pike R.J. 1992. 'A new landform map of Italy in computer shaded relief', *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini*, **52**, 21-44.
- Risse P.G. & Treworgy C.G. 1985. 'Overview of ecological research data management'. In: *Research data management in the Ecological Sciences*. Columbia, S. C.: University of South Carolina Press.
- Roberts D.W. 1986. *Ordination on the basis of fuzzy set theory*. *Vegetation* **66**: 123-131.
- Sburlino G. & Ghirelli L., 1994. *Le cenosi a Schoenus nigricans del Caricion davallianae Klika 1934 nella Pianura padana orientale (Veneto-Friuli)*. *Studia geobot.* **14**: 63-687.
- Sburlino G., Bracco F., Buffa G. & Andreis C., 1995. *I prati a Molinia caerulea (L.) Moench della Pianura padana: sintassonomia, sincorologia, sinecologia*. *Fitosoc.* **29**: 67-87.
- Servizio Geologico Nazionale. *Carta Geologica d'Italia. Scala 1:100.000*.
- Servizio Geologico Nazionale. *Carta geologica d'Italia. Scala 1:500.000*.
- Sestini A. 1963. *Il paesaggio*, Collana: "Conosci l'Italia", T.C.I., Milano, **7**, p. 232.
- SIGEA ("Società Italiana Geologia e Ambiente" Ed.) 1994-1995. "I paesaggi geologici italiani", *Materiali Verde Ambiente*, n. **2, 3, 4, 5, 6** (1994), **1, 2, 3** (1995).
- SPSS, 2001 *Statistical Package for Social Sciences, version 11.0*, SPSS INC., Chicago.
- STATISTICA, 2002. *Version 6.0 – STATSOFT Italia srl*, Padova, Italia.
- Tricart J. & Kilian J. 1985. *L'ecogeografia e la pianificazione dell'ambiente naturale*, Franco Angeli Ed., Milano, p. 310.
- Van Zuidam R. & Van Zuidam Concelado F.I. 1978. *Terrain Analysis and classification using aerial photographs*, ITC Textbook, **8** (6), p. 348.
- Vink A.P.A. 1983. *Landscape Ecology and Land Use*. Longman, New York, p.171.
- Zadeh L.A. 1965. *Fuzzy sets*. *Inform. Control* **8**: 338-353.
- Zadeh L.A. 1978. *Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility*. *Fuzzy Sets and Systems* **1**:3-28.
- Zimmerman H. 1996. *Fuzzy set theory and its applications*. 3rd edition. Kluwer, Dordrecht.
- Zonneveld S.J. 1979. *Land Evaluation and Landscape Science*, ITC Textbook of Photointerpretation, **7**, p. 134.

Allegato 1

Tipi di paesaggio: descrizione



TIPICI DI PAESAGGIO DI BASSA PIANURA							
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ALTIMETRIA	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
PC PIANURA COSTIERA	area pianeggiante o sub-pianeggiante, delimitata da una linea di costa bassa, in genere allungata parallelamente ad essa	le quote non superano il centinaio di metri	bassa	argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati canalizzati	generalmente sviluppato, con <i>pattern</i> parallelo e sub-parallelo, meandriforme,	linea di riva, spiaggia, duna, retroduna, lago-stagno-palude costiera, duna fossile, delta fluviale emerso, foci di corsi d'acqua, terrazzo marino; in subordine: canali artificiali, area di bonifica, piana, terrazzo e conoide alluvionale piatta	territori agricoli, zone urbanizzate, strutture antropiche grandi e/o diffuse, zone umide
PF PIANURA FONDOVALE	area pianeggiante o sub-pianeggiante all'interno di una valle fluviale; si presenta allungata secondo il decorso del fiume principale, con ampiezza variabile	variabile, non distintiva	bassa	argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati, travertini	caratterizzato dalla presenza di un corso d'acqua principale, in genere con andamento meandriforme, a canali intrecciati, anastomizzato, canalizzato, e dalle porzioni terminali dei suoi affluenti	corso d'acqua, argine, area golenale, piana inondabile, lago-stagno-palude di meandro e di esondazione, terrazzo alluvionale; in subordine <i>plateau</i> di travertino, canale, area di bonifica, conoide alluvionali piatte, delta emersi	territori agricoli, zone urbanizzate, strutture e infrastrutture antropiche grandi e/o diffuse, zone umide
PA PIANURA APERTA	area pianeggiante, sub-pianeggiante o ondulata caratterizzata da uno sviluppo esteso, non limitato all'interno di una valle	da poche decine di metri a circa 400 m	bassa	argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati, travertini	molto sviluppato, con <i>pattern</i> parallelo e sub-parallelo, canalizzato, meandriforme	terrazzi alluvionali, corsi d'acqua, argini, aree golenali, laghi-stagni-paludi di meandro, <i>plateaux</i> di travertino; in subordine: aree di bonifica, conoide alluvionali piatte, delta emersi, piccole e basse colline	territori agricoli, zone urbanizzate, strutture antropiche grandi e/o diffuse, zone umide

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO DI BASSA PIANURA

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ALTIMETRIA	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
PG PIANURA GOLENALE	area pianeggiante allungata secondo il decorso di un fiume e soggetta a saltuarie inondazioni	variabile, non distintiva	bassa	argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati	caratterizzato dalla presenza di un corso d'acqua principale, in genere con andamento meandriforme, a canali intrecciati, anastomizzato, canalizzato, e dalle porzioni terminali dei suoi affluenti	corso d'acqua, argine, area golenale, plana inondabile, lago-stagno-palude di meandro e di esondazione, meandri abbandonati; in subordine: canale, area di bonifica, basso terrazzo	territori agricoli, zone umide, vegetazione ripariale; in subordine strutture antropiche
LU LAGUNE	aree lagunari e zone umide, caratterizzate da alternanza di terre emerse (anche periodicamente) e acque; le terre emerse sono pianeggianti e si presentano in forma di isolotti; cordoni litoranei separano l'area lagunare dal mare aperto, la comunicazione avviene attraverso bocche lagunari attive	dal livello del mare a pochi metri sopra e al di sotto dello stesso	bassa	argille, limi, sabbie, ghiaie	le acque si insinuano attraverso le terre emerse formando una complessa articolazione di acque interne (anche salmastre): canali, piccoli laghi, stagni, paludi, barene; la comunicazione tra acque interne e il mare aperto avviene attraverso bocche lagunari attive	acque: canali, piccoli laghi, stagni, paludi, barene, bocche lagunari; terre emerse: isolotti, cordoni litoranei, dune	vegetazione spontanea, territori agricoli; strutture antropiche di difesa della costa, infrastrutture saline, centri abitati

TIPI DI PAESAGGIO COLLINARI						
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.) DI RILIEVO	ENERGIA LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
CA COLLINE ARGILLOSE	rilievi collinari prevalentemente argillosi con sommità da arrotondate a tabulari - occasionalmente a creste - e con versanti ad acclività generalmente bassa o media	da qualche decina di metri a 600-700m	media argille, limi, sabbie, conglomerati; in subordine: ghiaie, vulcaniti, travertini	elevata densità di drenaggio e <i>pattern</i> dendritico e sub-dendritico, parallelo, pinnato	sommità arrotondate, tabulari e/o a creste, versanti ad acclività generalmente bassa o media, valli a "V" o a fondo piatto, diffusi fenomeni di instabilità di versante e di erosione accelerata, calanchi, "biancane", "crete"; in subordine: <i>plateau</i> sommitali, <i>plateau</i> travertinosi, arenacei o conglomeratici, terrazzi, pianie e conoidi alluvionali	territori agricoli, vegetazione arbustiva e/o erbacea; aree denudate
CT COLLINE TERRIGENE	rilievi collinari costituiti da litotipi terrigeni, con morfologia più o meno contrastata in relazione al grado di erodibilità dei terreni e alla giacitura degli strati	alcune centinaia di metri	media arenarie, argille, marne; in subordine: calcareniti, conglomerati, evaporiti, complesso ofolitifero	sviluppato, con <i>pattern</i> dendritico e subdendritico, pinnato, meandriforme	sommità arrotondate, creste, versanti ad acclività generalmente media, valli a "V" o a fondo piatto, fenomeni di instabilità di versante e di erosione accelerata, calanchi; in subordine: terrazzi e pianie alluvionali, conoidi	territori agricoli, boschi, vegetazione arbustiva e/o erbacea
CD COLLINE MORENICHE	paesaggio collinare costituito da morene	da poche centinaia di metri a 900m	media, bassa depositi morenici: ghiaie, sabbie, breccie, conglomerati; in subordine limi e argille	poco sviluppato	accumuli e cordoni morenici, creste, sommità arrotondate e/o tabulari, piccole valli a "V", versanti a acclività variabile	vegetazione boschiva e/o erbacea; territori agricoli; zone urbanizzate e reti di comunicazione

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO COLLINARI

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M. S.L.M.) DI RILIEVO	ENERGIA LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
CC COLLINE CARBONATE TICHE	rilievi collinari costituiti da litotipi carbonatici	alcune centinaia di metri	media, alta	calcarei calcarei dolomitici, dolomie, calcari marnosi	in generale scarsamente sviluppati, con <i>pattern</i> a traliccio, angolare, parallelo, e con forme legate al carsismo	territori agricoli, vegetazione arbusiva e/o erbacea, boschi, vegetazione rada o assente
CG COLLINE GRANITICHE	rilievi collinari di litologia prevalentemente granitica	dal livello del mare sino a massimi di circa 900m	media, medio- alta	graniti, granodioriti, leucograniti	<i>pattern</i> da sub-parallelo a dendritico	boschiva, vegetazione erbacea e/o arbusiva
CV COLLINE VULCANICHE	rilievi collinari prevalentemente a forma conica, originati da attività vulcanica	fino ad alcune centinaia di metri	media, alta	lave, piroclastiti; in subordine: travertini, argille, limi, sabbie	centrifugo, parallelo, dendritico	boschi, territori agricoli, vegetazione arbusiva e/o erbacea
CM COLLINE METAMOR- FICHE E CRISTALLINE	rilievi collinari costituiti prevalentemente da rocce metamorfiche e/o cristalline	dal livello del mare sino a un massimo di circa 900m	media, medio- alta	molto variabili, metamorfiti di vario gado e rocce ignee intrusive	<i>pattern</i> da sub-parallelo a dendritico	boschiva; in subordine: terreni agricoli e vegetazione erbacea e/o arbusiva

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO COLLINARI

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.) DI RELIEVO	ENERGIA	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
CE PAESAGGIO COLLINARE ETEROGENEO	paesaggio collinare caratterizzato da una grande variabilità litologica e morfologica, e conseguentemente da una tipica disomogeneità interna	minore di 1000m	variabile, in genere da bassa a media	molto variabili	sviluppo variabile e <i>pattern</i> composito, dendritico, centrifugo, parallelo; spesso i corsi d'acqua presentano andamento meandriforme	colline argillose, terrigene, litoidei, con forme sommitali variabili (arrotondate, a creste, tabulari), versanti di forma varia, ad acclività generalmente bassa o media, e valli a fondo piatto o a "V"; piane, terrazzi, e conoidi alluvionali, <i>talus</i>	territori agricoli, boschi, vegetazione arbusiva e/o erbacea
CS PAESAGGIO A COLLI ISOLATI	gruppo di rilievi collinari strutturati in colli isolati, separati l'uno dall'altro da aree pianeggianti o debolmente ondulate topograficamente più basse	fino a qualche centinaio di metri	media	variabili, con caratteristiche litoidei i rilievi collinari, terrigeno le aree più basse	poco sviluppato sui rilievi collinari e generalmente sviluppato nelle aree più basse; <i>pattern</i> variabile	cime, versanti generalmente a media acclività, falde detritico- alluvio-colluviali, valli di forma variabile, piane e terrazzi alluvionali	agricola e boschiva, in subordine vegetazione erbacea e arbusiva
RP RILIEVI TERRIGENI CON "PENNE" E "SPINE" ROCCIOSE	rilievi collinari e montuosi caratterizzati dalla forte evidenza morfologica di creste e picchi rocciosi che si innalzano bruscamente rispetto a più estese e meno rilevate morfologie dolci e arrotondate	da qualche centinaio di metri a massimi di 1500m	variabile	argille, marne; subordinatamente calcareni, conglomerati, arenarie, radiolariti, evaporiti	<i>pattern</i> dendritico e subdendritico, pinnato, meandriforme	creste e picchi rocciosi con pareti verticali e creste nette, valli a "V" o a fondo piatto, diffusi fenomeni di instabilità di versante e di erosione accelerata; in subordine: <i>plateau</i> travertinosi, piane e terrazzi alluvionali, conoidi, fasce di detrito di versante	territori agricoli, boschi, vegetazione arbusiva e/o erbacea, vegetazione rada o assente

TIPI DI PAESAGGIO COLLINARI TABULARI O BLANDAMENTE ONDULATI

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
TC TAVOLIATO CARBONATICO	area piatta rocciosa, delimitata da basse scarpate	dal livello del mare a quote massime di 500m	bassa	calcari, calcari dolomitici, calcari marnosi	scarsamente sviluppato; fortemente condizionato dal carsismo	<i>plateau</i> carbonatico, scarpate, fasce detritiche di versante, tutte le forme del carsismo	territori agricoli, vegetazione arbustiva e/o erbacea, strutture antropiche grandi e/o diffuse, zone urbanizzate
TL TAVOLIATO LAVICO	area piatta rocciosa, delimitata da scarpate, costituita da colate laviche prevalentemente basaltiche	dal livello del mare a quote massime di 600m	complessiva- mente bassa o medio-bassa; localmente più elevata in corrispondenza delle scarpate bordiere	rocce effusive basiche, principalmente basalti	scarsamente sviluppato, con alvei poco approfonditi	<i>plateau</i> vulcanico, scarpate sub-verticali ai bordi	vegetazione arbustiva e/o erbacea, e/o boschiva
TV PAESAGGIO COLLINARE VULCANICO CON TAVOLIATI	tavolati e rilievi collinari con forme coniche, tabulari o a sommità arrotondata, originati da attività vulcanica	fino ad alcune centinaia di metri	complessiva- mente bassa o medio-bassa; localmente più elevata in corrispondenza delle torre più profonde	lave e piroclastiti; in subordine: travertini, argille, limi, sabbie	generalmente sviluppato, con <i>pattern</i> centrifugo, parallelo, dendritico	sommità arrotondata, <i>plateau</i> , cono, caldera, cratere, forra, valli a "V"; in subordine: bacini lacustri subcircolari e piane alluvionali ospitati nelle depressioni calderiche e crateriche, <i>plateau</i> travertinosi, calanchi, <i>plateau</i> vulcanici alla sommità di depositi argillosi, fasce detritiche di versante	boschi, territori agricoli, vegetazione arbustiva e/o erbacea

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO COLLINARI TABULARI O BLANDAMENTE ONDULATI							
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
TT PAESAGGIO COLLINARE TERRIGENO/CLASTICO CON TAVOLATI	paesaggio collinare caratterizzato da una superficie sommitale tabulare sub-orizzontale; il rilievo è costituito da materiali terrigeni con al tetto litotipi più resistenti. La superficie tabulare è limitata da scarpate	da pochi metri sul livello del mare fino a qualche centinaio di metri	bassa	sabbie, arenarie, conglomerati, ghiaie, argilla, limi	pattern centrifugo, sub-parallelo	sommità tabulare, scarpate sub-verticali, solchi di incisione lineare, valli a "V", fenomeni di instabilità dei versanti, calanchi	territori agricoli, copertura boschiva e/o erbacea
TR PAESAGGIO COLLINARE ETEROGENEO CON TAVOLATI	paesaggio collinare caratterizzato da variabilità litologica e da superfici sommitali piatte o leggermente ondulate, con struttura morfologica complessiva a scarpate e ripiani	il rilievo si sviluppa dal livello del mare fino a quote dell'ordine delle centinaia di metri, con massimi di 800m	complessivamente media; da bassa a medio-bassa in corrispondenza delle aree sommitali e più elevata in corrispondenza dei gradini morfologici	variabili; in gran parte rocce metamorfiche e terrigene	con sviluppo variabile e pattern parallelo e dendritico	superfici sommitali e crinali da piatte a dolcemente ondulate; terrazzi marini e fluviali; versanti e scarpate con varia acclività; talus, falde alluvio-colluviali e conoidi al piede di versanti; valli e vallecole a "V" con vari gradi di incisione, le principali delle quali presentano fondovalle occupato da piane alluvionali	principalmente territori agricoli; in subordine boschi, vegetazione spontanea arbustiva e prativa; insediamenti abitativi distribuiti in paesi, frazioni e case isolate

TIPI DI PAESAGGIO MONTUOSI							
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
MT MONTAGNE TERRIGENE	rilievi montuosi costituiti da litotipi terrigeni, con morfologia più o meno contrastata in relazione al grado di erodibilità dei terreni e alla giacitura degli strati. Costituiscono porzioni di catena o avancatena	da alcune centinaia di metri a 2500m	media, alta	arenarie, marne e argille; in subordine calcareni, conglomerati, calcarei e evaporiti	sviluppati, con <i>pattern</i> dendritico e subdendritico, pinnato, meandri forme	sommità arrotondate, creste, versanti ad acclività generalmente media e alta, valli a "V" o a fondo piatto, diffusi fenomeni di instabilità di versante e di erosione accelerata, calanchi; in subordine terrazzi e piane alluvionali, conoidi	boschi, vegetazione arbutiva e/o erbacea
MC MONTAGNE CARBONA- TICHE	rilievi montuosi carbonatici, strutturati in dorsali o massicci, costituenti intere porzioni di catena	fino a 3000m circa	alta	calcarei, calcari dolomitici, dolomie, calcarei marnosi; in subordine: arenarie, conglomerati, breccie, depositi morenici	in generale scarsamente sviluppati, con <i>pattern</i> a traliccio, angolare, parallelo e con forme legate al carsismo	creste, vette, versanti; acclivi, rupi, pareti rocciose, valli a "V" incise, gole, valli a "U", tutte le forme proprie del glacialismo, allopiani carsici, tutte le forme proprie del carsismo, piccole depressioni chiuse con riempimenti sedimentari, fasce detritiche di versante; in subordine: conoidi, terrazzi e piane alluvionali	boschi, vegetazione arbutiva e/o erbacea, vegetazione rada o assente

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO MONTUOSI							
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
MD MONTAGNE DOLOMITICHE	rilievi montuosi costituiti da rocce dolomitiche, strutturati in dorsali variamente orientate o in massicci; sono caratterizzati da creste sommitali, versanti a elevata acclività e valli profondamente incise.	da alcune centinaia di metri fino a 3000m	alta	dolomie, calcari e calcari mamosi	sviluppato, con pattern dendritico, angolare, parallelo, condizionato da direttrici tettoniche	creste, vette, versanti a elevata acclività, valli a "V", accumuli detritici	boschiva; in subordine erbacea
MV MONTAGNE VULCANICHE	singolo rilievo o insieme di rilievi montuosi costituiti da litologie vulcaniche, con forme nel complesso coniche, originati da antica attività vulcanica	variabile, non distintiva	media, alta	lave, piroclastiti	pattern centrifugo, subordinatamente parallelo	versanti a medio-elevata acclività, caldera, cratere, in parte rimodellati dagli attuali agenti morfogenetici; in subordine: bacini lacustri subcircolari e piane alluvionali ospitati nelle depressioni calderiche e crateriche, forre, calanchi, fasce detritiche di versante	boschi, vegetazione arbustiva e/o erbacea, vegetazione rada o assente
MX MONTAGNE GRANITICHE	rilievi montuosi costituiti da litologie granitoidi, dai variabili lineamenti morfologici	variabile, mediamente tra gli 800 e i 1400m	generalmente alta	graniti, leucograniti, monzograniti, granodioriti	sviluppato, con pattern da dendritico ad angolare con direttrici influenzate da fratture	creste, vette, talora sommità arrotondate mammellonari, versanti ad acclività da media ad alta, valli a "V", variamente incise, modellamento dato da prevalente erosione eolica	boschiva, arbustiva (macchia mediterranea chiusa o aperta), aree prive di vegetazione

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO MONTUOSI							
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
MP MONTAGNE PORFIRICHE	rilievi montuosi costituiti da rocce porfiriche, caratterizzati da versanti principali di bordo a pendenza sub-verticale e superfici sommitali con morfologia dolcemente ondulata	da 300 a 2500m	alta in corrispondenza dei versanti bordieri; media e bassa sulle superfici sommitali	porfidi quarziferi	mediamente sviluppato, con <i>pattern</i> centrifugo, sub-parallelo	superfici sommitali dalle forme arrotondate con presenza di aree debolmente ondulate o semi-pianeggianti, versanti a pendenza sub-verticale, valli a "V" a differente grado di approfondimento, forre	boschiva, erbacea; in subordine agricola
MM MONTAGNE METAMORFICHE E CRISTALLINE	rilievi montuosi costituiti da rocce metamorfiche e/o ignee intrusive caratterizzati generalmente da aree sommitali convesse, da versanti principali acclivi e da profonde incisioni vallive; localmente sono presenti forme molto aspre	fino a 3000m	alta, medio-alta	rocce metamorfiche di basso, medio e alto grado; rocce ignee intrusive; complesso ofolitifero	generalmente sviluppato, con <i>pattern</i> subparallelo, dendritico, radiale centrifugo	crinali convessi o con creste, cime e selle; versanti ad acclività da media ad alta; valli a "V", le principali delle quali profondamente incise	boschi, vegetazione arbustiva e/o erbacea, vegetazione rada o assente; in subordine appezzamenti agricoli
EV EDIFICIO MONTUOSO VULCANICO	apparato vulcanico attivo e/o quieto, costituito da un singolo rilievo di forma conica, le cui forme originarie non sono state ancora oblitrate dai processi morfogenetici in atto	dal livello del mare sino a 3000m circa	media, alta	lave, ignimbriti, piroclastiti	<i>pattern</i> radiale centrifugo	caldera, cratere, cono; in subordine: bacini lacustri subcircolari e pianure alluvionali ospitati nelle depressioni calderiche e crateriche; forre; calanchi, fasce detritiche di versante	boschi, vegetazione arbustiva e/o erbacea, vegetazione rada o assente; copertura agricola.

segue

segue

TIPI DI PAESAGGIO MONTUOSI

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
MR PAESAGGIO DOLOMITICO RUPESTRE	paesaggio tipico delle porzioni superiori dei rilievi montuosi dolomitici; è caratterizzato da pareti rocciose verticali, guglie e pinnacoli rocciosi, che sovrastano versanti a minor pendenza caratterizzati dalla presenza di falde detritiche; talora l'assetto morfologico è vistosamente influenzato dalla giacitura degli strati rocciosi e/o da lineamenti tettonici	da 500 a 3500m	alta	dolomie; in subordine calcari	poco sviluppato; a carattere torrentizio; qui si impongono le testate dei corsi d'acqua che scorrono nelle valli sottostanti	versanti a pendenza da verticale a sub-verticale, creste, pinnacoli, guglie rocciose, selle, circhi glaciali, soglie, valli a "U", valli sospese, ghiaioni, falde di detrito, laghetti di circo e di soglia; in subordine superfici semipianeggianti	roccia nuda, accumuli detritici, copertura erbacea, nevai
MG PAESAGGIO GLACIALE DI ALTA QUOTA	aree sommitali dei rilievi montuosi, caratterizzate da cime rocciose sovrastanti anfiteatri, a luoghi ricoperti da ghiacciai e nevai permanenti; in queste aree la morfologia è completamente glaciale, non è interessata da erosione lineare e vi si impongono le testate dei corsi d'acqua delle valli sottostanti	da 1500 a oltre 4000m	alta in corrispondenza delle cime, vette e dorsali rocciose, media in corrispondenza delle aree più basse	non distintivi: presenti tutte le tipologie litologiche alpine	poco sviluppato e non organizzato, a carattere torrentizio, con ruscellamento diffuso; qui si impongono le testate dei corsi d'acqua che scorrono nelle valli sottostanti; frequenti i laghetti di origine glaciale	creste e pinnacoli rocciosi, circhi, selle, soglie, conche, valli a "U", valli sospese, rocce montonate, forme di accumulo glaciale, cordoni morenici, laghi di circo e laghi di soglia	roccia nuda, accumuli detritici, ghiacciai, nevai, coperture erbacee

TIPI DI PAESAGGIO MONTUOSI TABULARI O BLANDAMENTE ONDULATI

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M. S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
AI ALTOPIANO INTRA- MONTANO	paesaggio a morfologia oltre 800m dolcemente ondulata o pianeggiante che si sviluppa come altopiano all'interno di aree montane, solo parzialmente chiusa dalle cime e dorsali circostanti e generalmente aperta, almeno da un lato, su paesaggi più bassi o su incisioni vallive	da un minimo di circa 200m nelle fasce pedemontane più basse fino a oltre 800-1000m, quote alle quali si estendono le superfici sommitali	bassa, medio-bassa	argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati; affiorano anche le litologie del substrato che possono essere di vario tipo, perciò non distintive	sviluppo e <i>pattern</i> variabile, generalmente dendritico; spesso sono presenti bacini lacustri (artificiali e non)	piane alluvionali, basse e morbide colline, vallecole svaseate con riempimenti alluvio- colluviali, terrazzi alluvionali, falde detritico-alluvio-colluviali e piatte conoidi al piede dei versanti dei rilievi circostanti; bacini lacustri	agricola; in subordine prato e bosco
MA PAESAGGIO CON TAVOLATI IN AREE MONTUOSE	paesaggio caratterizzato da tavolati sommitali in aree montuose, orizzontali o debolmente inclinati, affacciati su aree più basse tramite versanti anche molto acclivi, con una struttura complessiva "a gradino"	da un minimo di circa 200m nelle fasce pedemontane più basse fino a oltre 800-1000m, quote alle quali si estendono le superfici sommitali	l'energia di rilievo è bassa sui tavolati sommitali, alta in corrispondenza dei versanti principali e delle incisioni vallive	l'ossatura dei rilievi è costituita da rocce litoidi; sui ripiani sommitali affiorano coperture terrigene (soprattutto sabbie e conglomerati)	il <i>pattern</i> è caratterizzato nel complesso da corsi d'acqua principali di versante a decorso mediamente parallelo	superfici sommitali piatte o leggermente ondulate, altopiani, versanti acclivi, scarpate, forre, accumuli detritici, valli a "V", le principali delle quali presentano fondovalle stretto e piatto, con piane alluvionali	agricola e/o prativa sui piani alti, boschiva e/o arbustiva e/o vegetazione rada o assente lungo i versanti

TIPI DI PAESAGGIO DEPRESSI IN AREE MONTUOSE							
SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
VM VALLE MONTANA	area valliva di lunghezza e ampiezza variabile, costituita dalle porzioni inferiori dei versanti con zone sommitali caratterizzate da "paesaggio glaciale di alta quota" e/o dal "paesaggio dolomitico rupestre"; comprendono anche il fondovalle e rappresentano le maggiori vie di deflusso dell'idrografia dei rilievi montuosi attigui	da 300 a 2500m	media, alta	variabili, non distintivi	caratterizzato da un corso d'acqua principale che scorre a fondovalle verso il quale affluiscono lungo i versanti i corsi d'acqua secondari, spesso a carattere torrentizio, con <i>pattern</i> parallelo, sub-parallelo, dendritico	valli a "Y", valli a "U" a fondo piatto, valli a "U" con il fondo reinciso dal corso d'acqua principale, incisioni torrentizie, valli laterali sospese a luoghi con cascate; salti di roccia, conoidi e falde di detrito	boschi, copertura erbacea, terreni agricoli, aree urbanizzate, infrastrutture varie
CI CONCA INTER- MONTANA	area depressa, chiusa, circondata da rilievi montuosi, caratterizzata da una morfologia piatta o leggermente ondulata	variabile, non distintiva	bassa	argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati, travertini	sviluppo variabile; <i>pattern</i> centripeto, dendritico, meandriforme, canalizzato	piana e terrazzo alluvionale, lago-stagno-palude, area di bonifica, canali, conoidi alluvionali piatte; in subordine <i>plateau</i> travertinosi	territori agricoli, zone urbanizzate, strutture e infrastrutture antropiche grandi e/o diffuse, zone umide

TIPI DI PAESAGGIO CARATTERIZZATI DA SINGOLARITÀ

SIGLA E NOME DEL TIPO DI PAESAGGIO	STRUTTURA GENERALE DEL PAESAGGIO	ELEVAZIONE (IN M S.L.M.)	ENERGIA DI RILIEVO	LITOTIPI PREVALENTI	RETICOLO IDROGRAFICO	COMPONENTI FISIOGRAFICHE	COPERTURA DEL SUOLO PREVALENTE
RI RILIEVO ROCCIOSO ISOLATO	singoli rilievi montuosi rocciosi, isolati all'interno di aree topograficamente più depressive	da qualche centinaio di metri a massimi di 2000m	alta	rocce litoidi	scarsamente sviluppato, pattern centrifugo, a traliccio	creste, versanti acclivi, netta rottura di pendio alla base del versante; in subordine: vette, fasce detritiche di versante, testate di strato	vegetazione arbustiva e/o erbacea, boschi, vegetazione rada o assente
RC RILIEVO COSTIERO ISOLATO	rilievo roccioso isolato, prospiciente il mare, circondato da aree di bassa pianura o comunque poco rilevate e, per almeno un lato, dalla linea di costa; in genere costituisce un promontorio; a volte è collegato da un tombolo alla terra ferma	dal livello del mare ad alcune centinaia di metri	media, alta	rocce litoidi	scarsamente sviluppato, con pattern centrifugo, parallelo	costa alta (a falesia), costa bassa rocciosa, piccole spiagge, versanti acclivi, piccole creste; in subordine: dune, fasce detritiche di versante	vegetazione arbustiva e/o erbacea, boschi, vegetazione rada o assente
IS PICCOLA ISOLA	area insulare con estensione limitata	non distintiva	non distintiva	non distintivi	scarsamente sviluppato	linea di riva, coste con consistente sviluppo lineare rispetto alla superficie dell'unità di paesaggio. In subordine rilievi, apparati vulcanici, piane costiere	territori agricoli, vegetazione arbustiva e/o erbacea, vegetazione rada o assente

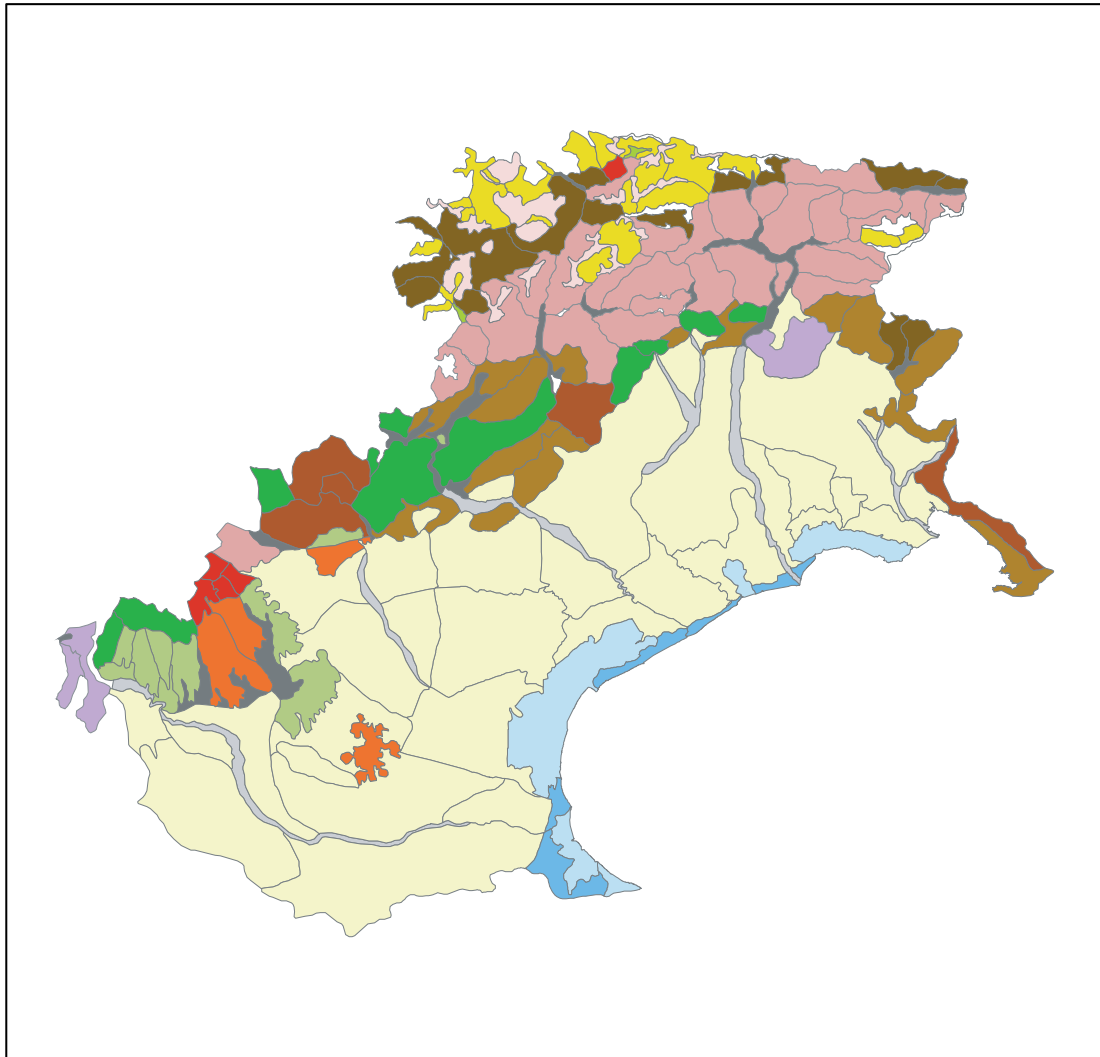
Allegato 2

Tavole cartografiche



Carta delle Unità Fisiografiche di Paesaggio

Regioni: Friuli Venezia Giulia e Veneto



Tipi di paesaggio



















 Altopiano intramontano	 Montagne terrigene
 Colline carbonatiche	 Paesaggio collinare vulcanico con tavolati
 Colline moreniche	 Paesaggio dolomitico rupestre
 Colline terrigene	 Paesaggio glaciale di alta quota
 Conca intermontana	 Pianura aperta
 Lagune	 Pianura costiera
 Montagne carbonatiche	 Pianura di fondovalle
 Montagne dolomitiche	 Pianura golenale
 Montagne metamorfiche e cristalline	 Valle montana

TAVOLA 1

Unità Fisiografiche di paesaggio

Esempio di descrizione di un "Tipo" e di una "Unità" di Paesaggio e relativo dettaglio cartografico



Tipo di paesaggio

Pianura di fondovalle
PF

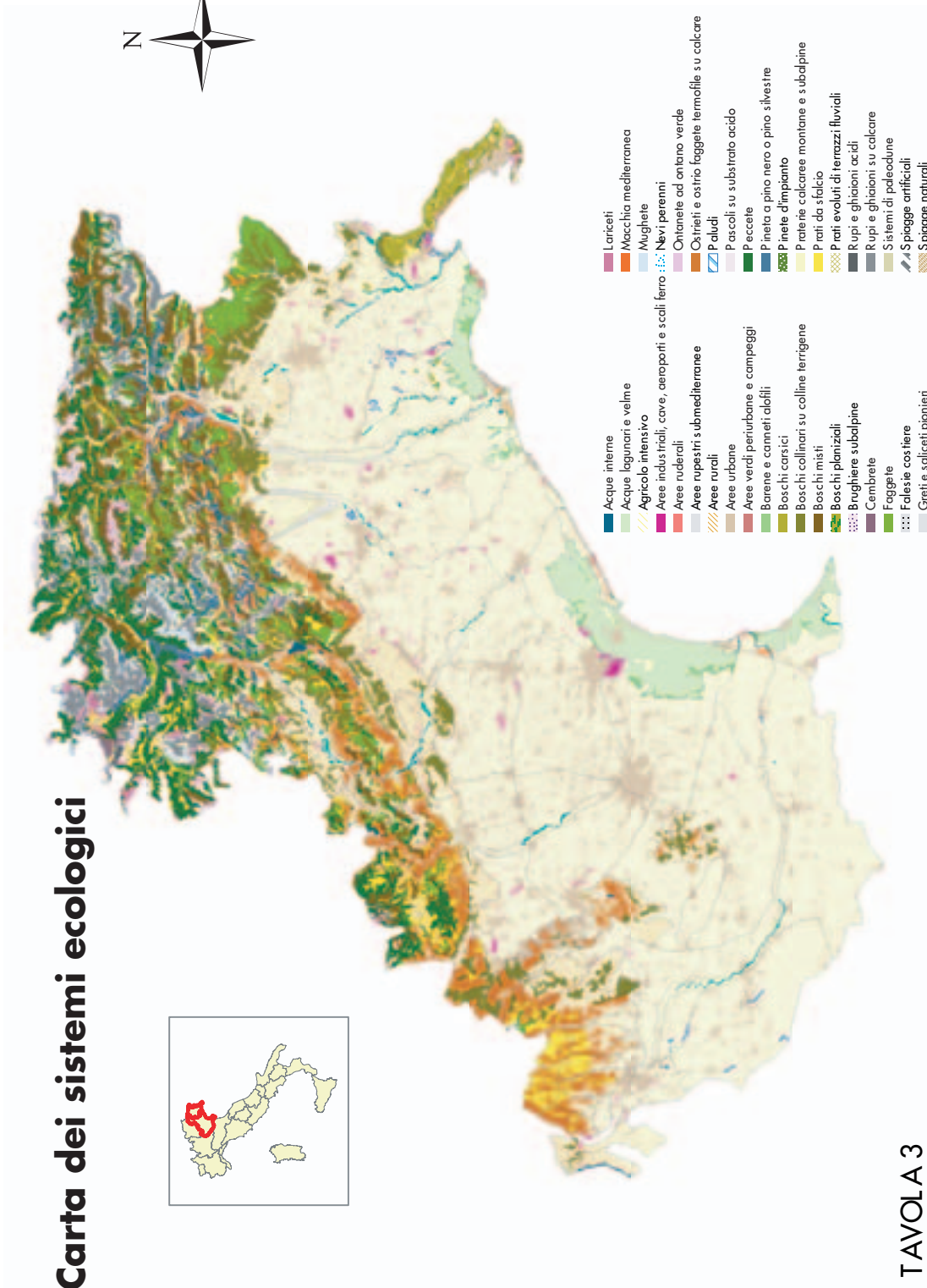
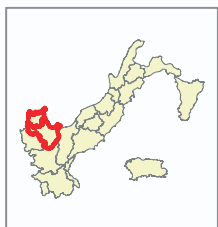
- *Descrizione sintetica:* area pianeggiante o sub-pianeggiante all'interno di una valle fluviale; si presenta allungata secondo il decorso del fiume principale, con ampiezza variabile.
- *Altimetria:* variabile, non distintiva.
- *Energia del rilievo:* bassa.
- *Litotipi principali:* argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati, travertini.
- *Reticolo idrografico:* meandriforme, anastomizzato, canalizzato.
- *Componenti fisico-morfologiche:* corso d'acqua, argine, area golenale, piana inondabile, lago-stagnopalude di meandro e di esondazione, terrazzo alluvionale. In subordine: *plateau* di travertino, canale, area di bonifica, conoidi alluvionali piatte, delta emersi.
- *Copertura del suolo prevalente:* territori agricoli, zone urbanizzate, strutture antropiche grandi e/o diffuse (industriali, commerciali, estrattive, cantieri, discariche, reti di comunicazione), zone umide.
- *Distribuzione geografica:* nazionale.

Unità di paesaggio

Pianura del Fiume Tagliamento

Fascia pianeggiante che si sviluppa lungo il corso del Fiume Tagliamento nel tratto compreso tra gli abitati di Socchieve a monte e Pinzano al Tagliamento a valle, ove il corso d'acqua raggiunge la Pianura Padana. All'altezza del Monte San Simeone si ha una brusca variazione di direzione del corso d'acqua, che da circa Est-Ovest devia in direzione circa NNE-SSW. L'unità presenta delle diramazioni lungo il corso del Torrente But e del Torrente Resia, entrambi in sinistra idrografica. Le quote variano tra i 200 metri e i 500 metri. L'energia del rilievo è bassa. La piana è costituita da depositi alluvionali e depositi colluviali di natura ghiaiosa, sabbiosa e argillosa. Essa si presenta come una larga fascia di pianura ove si distingue l'attuale letto del Fiume Tagliamento e un primo ordine di terrazzi fluviali perfettamente pianeggianti. Qualche zona è periodicamente invasa dall'acqua in occasione di eventi di piena del fiume. Il corso d'acqua ha un letto ampio, ha andamento meandriforme e si presenta a rami anastomizzati con grandi quantità di trasporto solido. L'unità è diffusamente urbanizzata; parallelamente al corso d'acqua corrono arterie stradali e ferroviarie lungo le quali sorgono numerosi centri urbani, il principale dei quali è Tolmezzo, aree industriali, cantieri e attività estrattive. Sono presenti aree agricole, aree a copertura erbacea e zone umide.

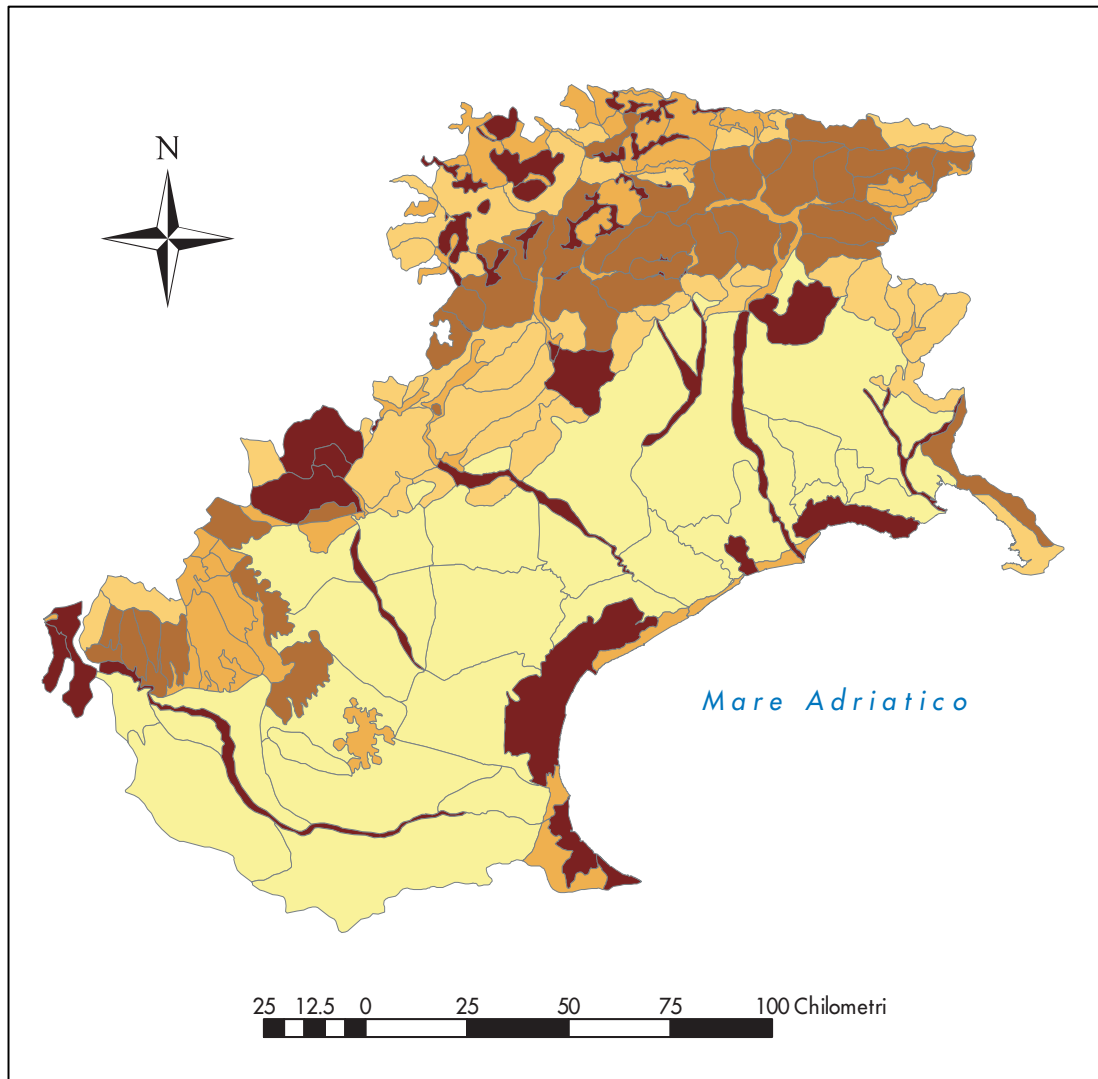
Carta dei sistemi ecologici



- | | |
|---|--|
| Acque interne | Lariceti |
| Acque lagunari e velme | Macchia mediterranea |
| Agricolo intensivo | Mughete |
| Aree industriali, cave, aeroporti e scali ferro | Nevi perenni |
| Aree ruderali | Ontanete ad ontano verde |
| Aree rupestri submediterranee | Ostreti e ostro faggete termofile su calcare |
| Aree rurali | Paludi |
| Aree urbane | Pascoli su substrato acido |
| Aree verdi periurbane e campeggi | Peccete |
| Barone e corneti abiffi | Pineti a pino nero o pino silvestre |
| Boschi carsici | Pinete d'impianto |
| Boschi collinari su colline terrigene | Pietre calcaree montane e subalpine |
| Boschi misti | Prati da stalia |
| Boschi planiziali | Prati evoluti di terrazzi fluviali |
| Brughiere subalpine | Rupi e ghiaioni acidi |
| Cembrete | Rupi e ghiaioni su calcare |
| Faggete | Sistemi di paleodune |
| Falsete costiere | Spagge artificiali |
| Greti e saliceti pionieri | Spagge naturali |
| Landa carsica | Vegetazione fluviale e di galena |

TAVOLA 3

Diffusione dei tipi di paesaggio



Diffusione relativa (%)

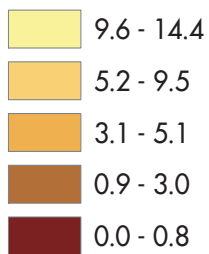


TAVOLA 4

Tipicità delle Unità di Paesaggio

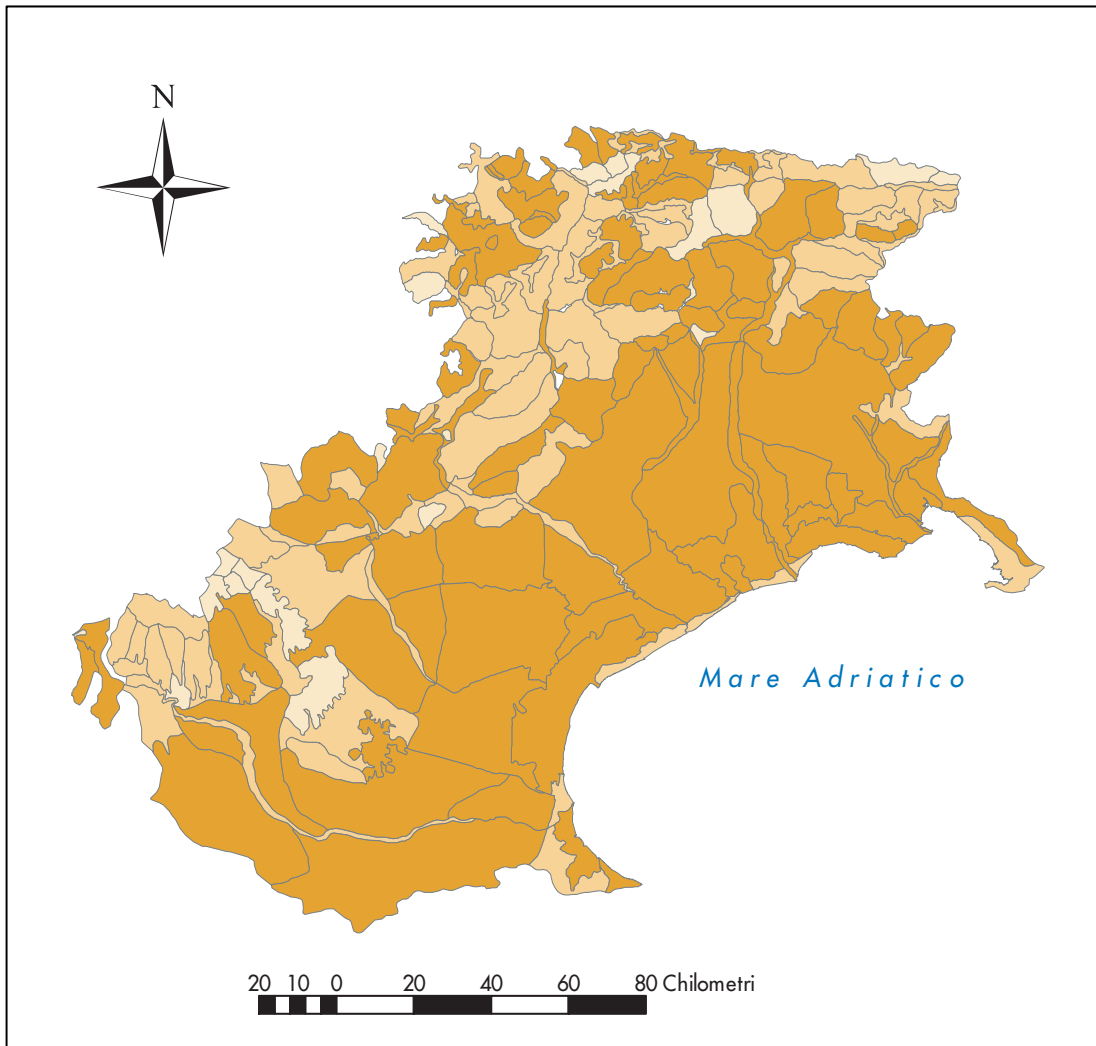


TAVOLA 5

Naturalità

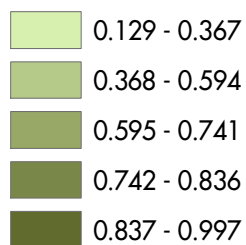
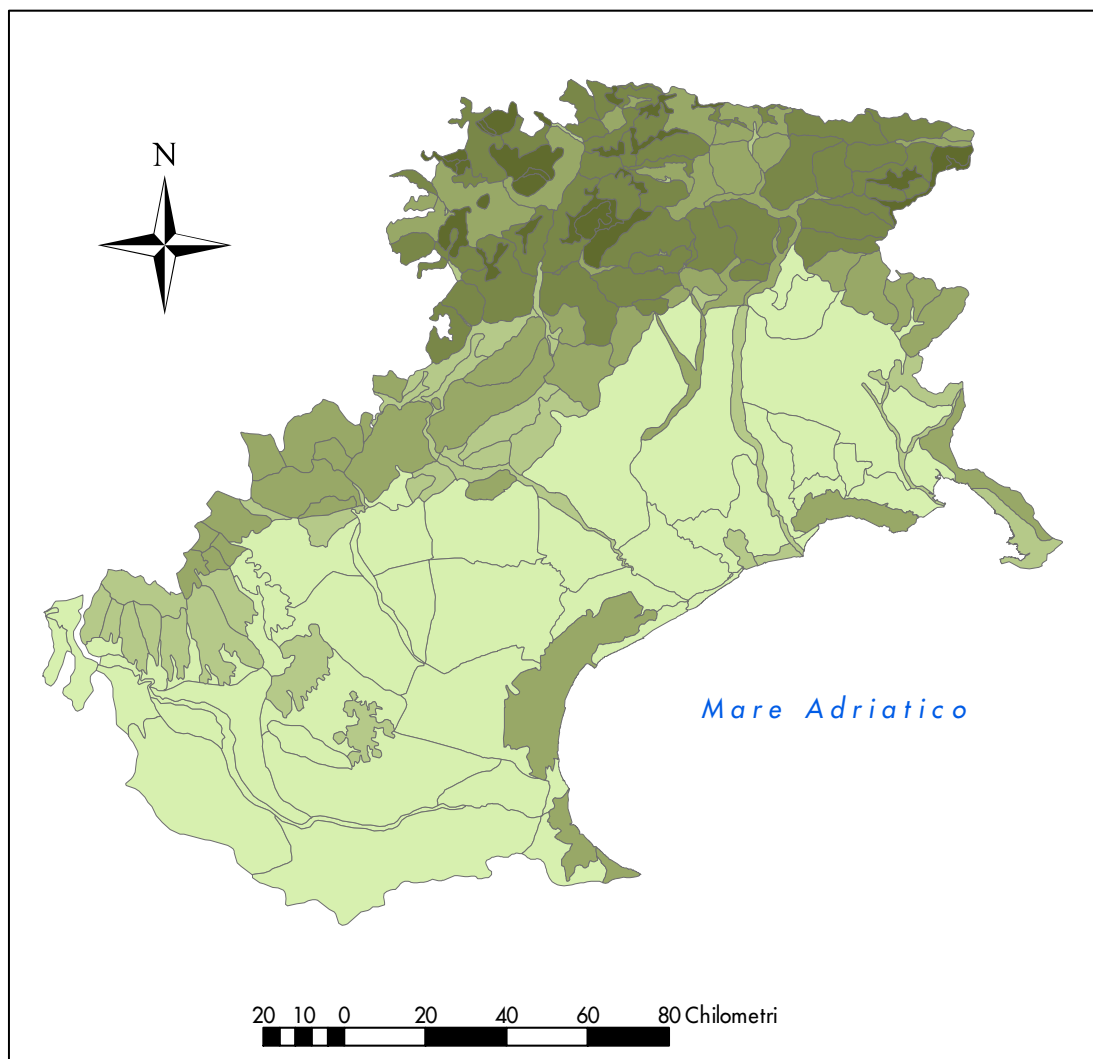


TAVOLA 6

Unicità ecosistemica

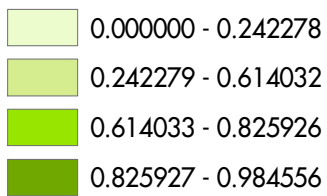
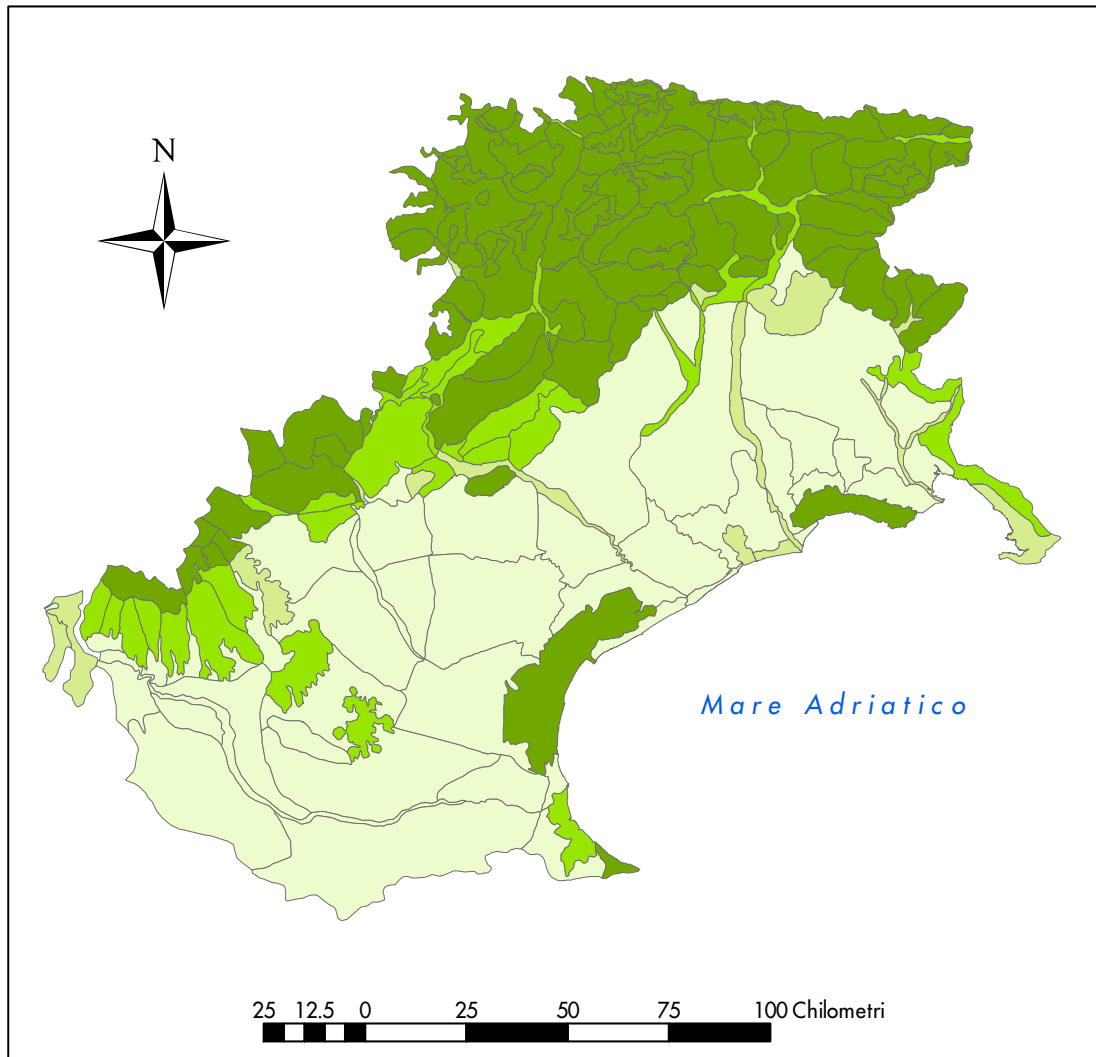
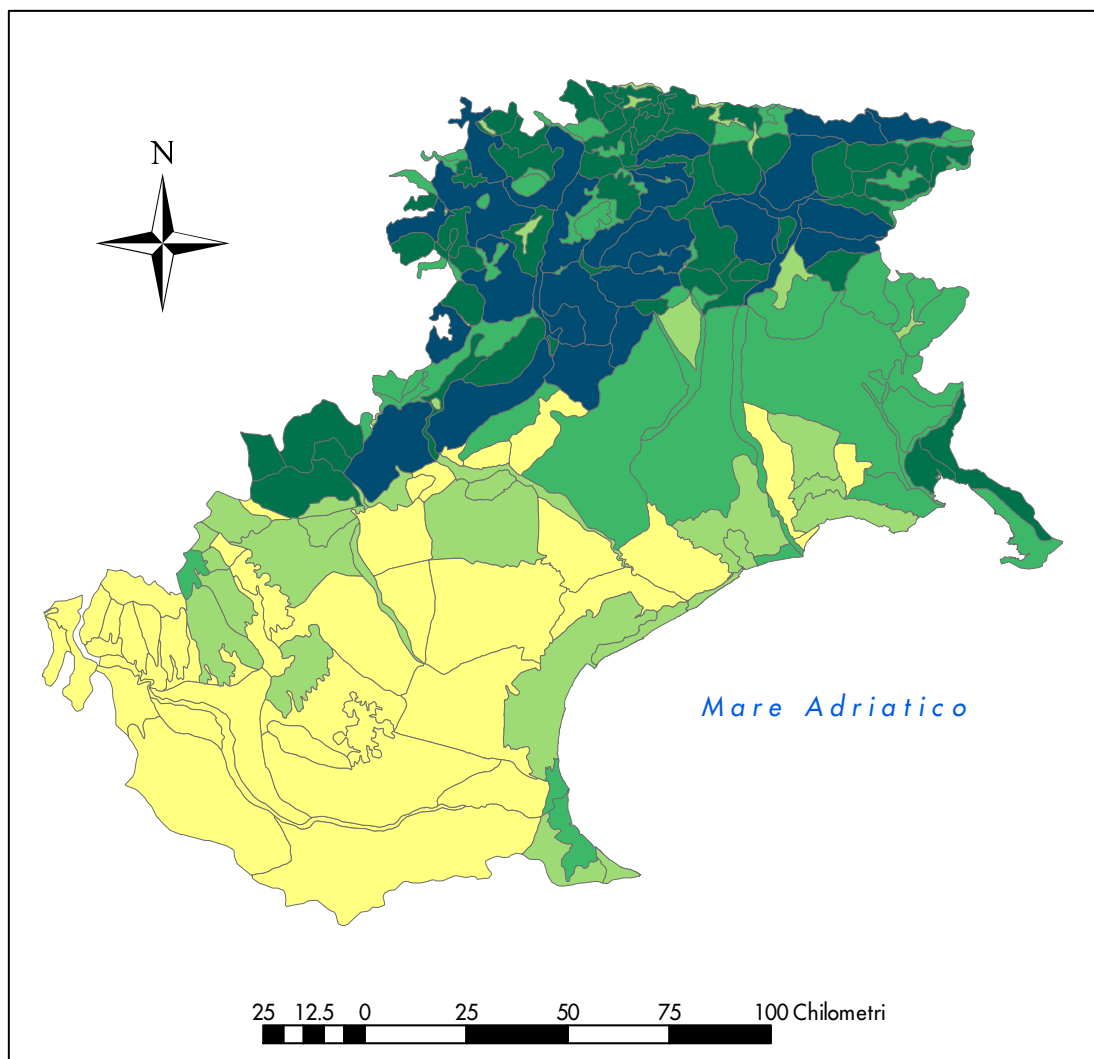


TAVOLA 7

Molteplicità ecologica



N° di sistemi ecologici naturali e seminaturali

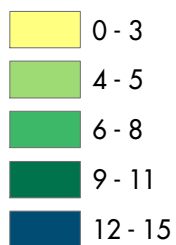


TAVOLA 8

Frammentazione

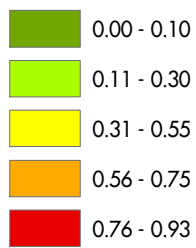
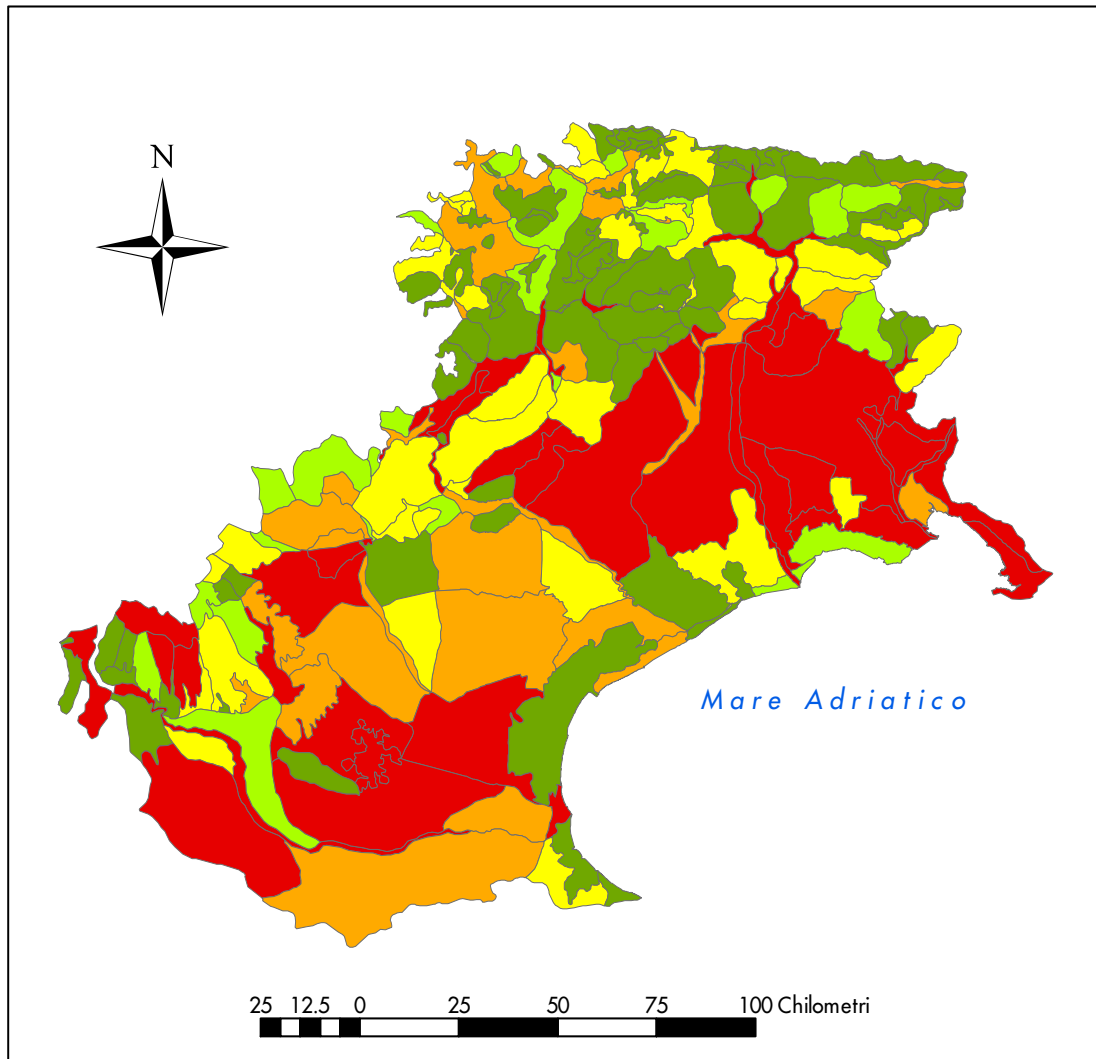
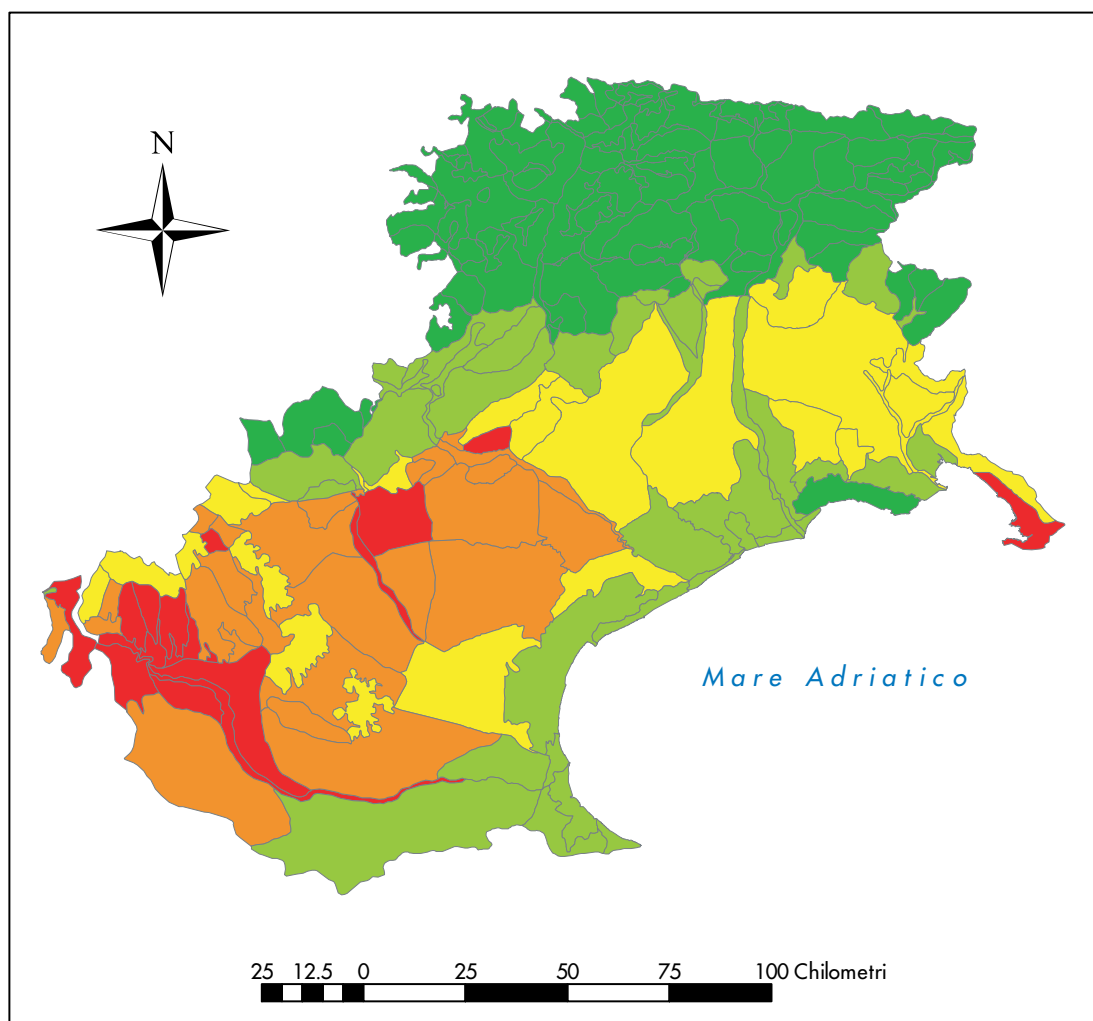


TAVOLA 9

Abitanti equivalenti



Abitanti equivalenti/Kmq

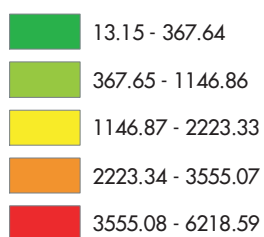
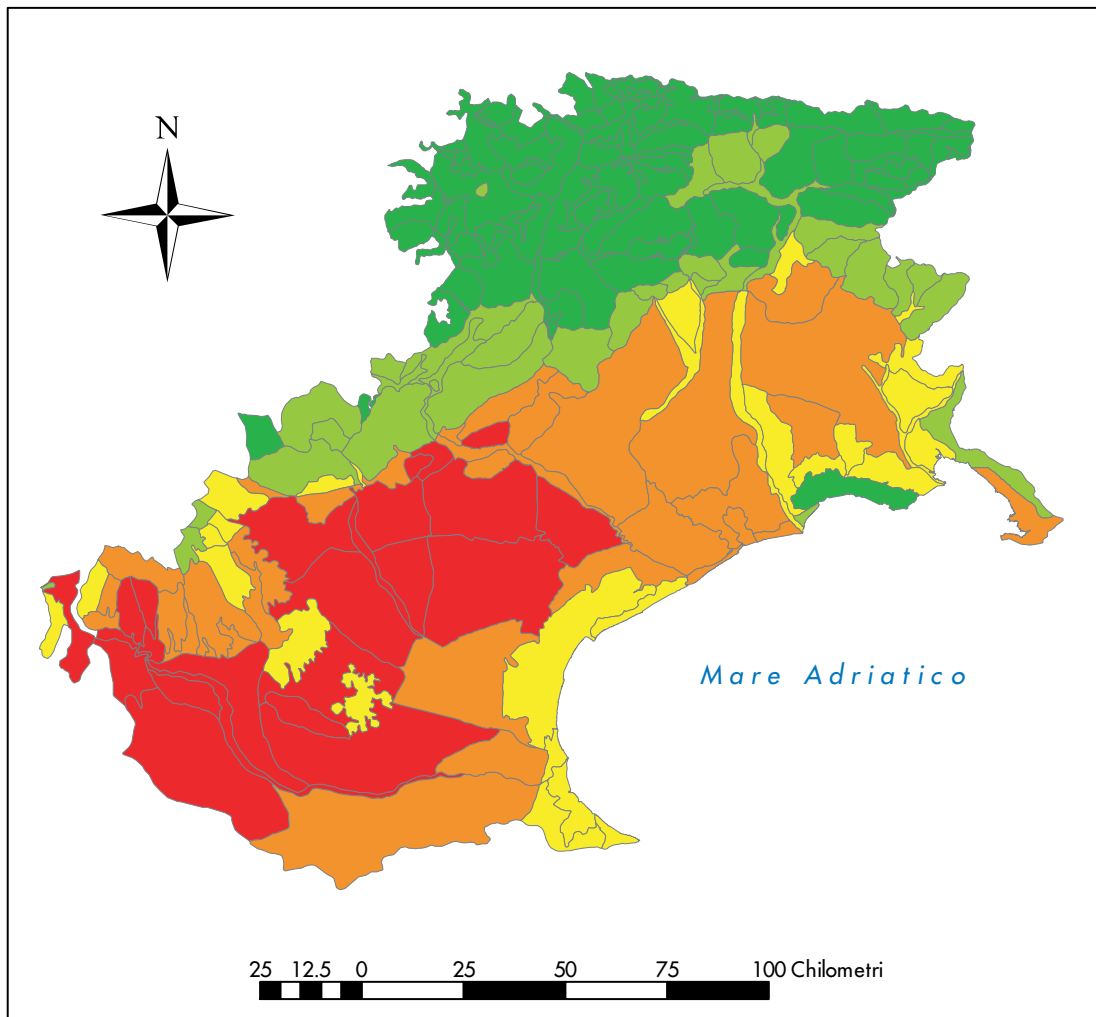


TAVOLA 10

Carico trofico: azoto



Quintali di azoto/Kmq

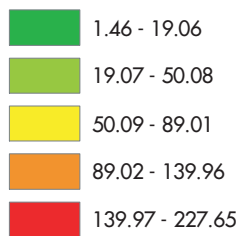
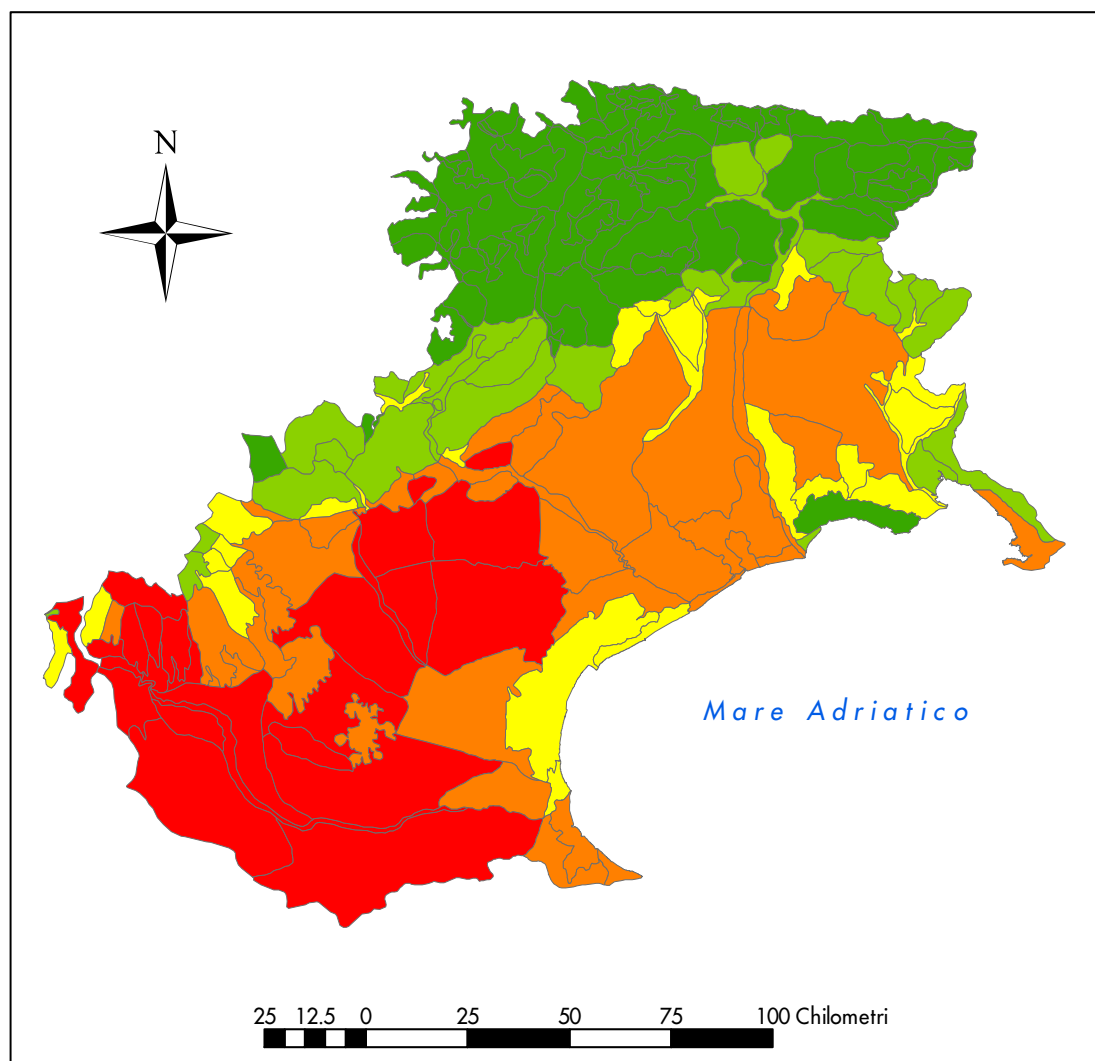


TAVOLA 11

Carico trofico: fosforo



Quintali di fosforo/Kmq

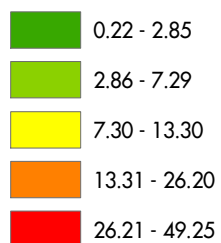


TAVOLA 12

Densità attività a rischio

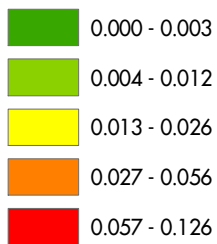
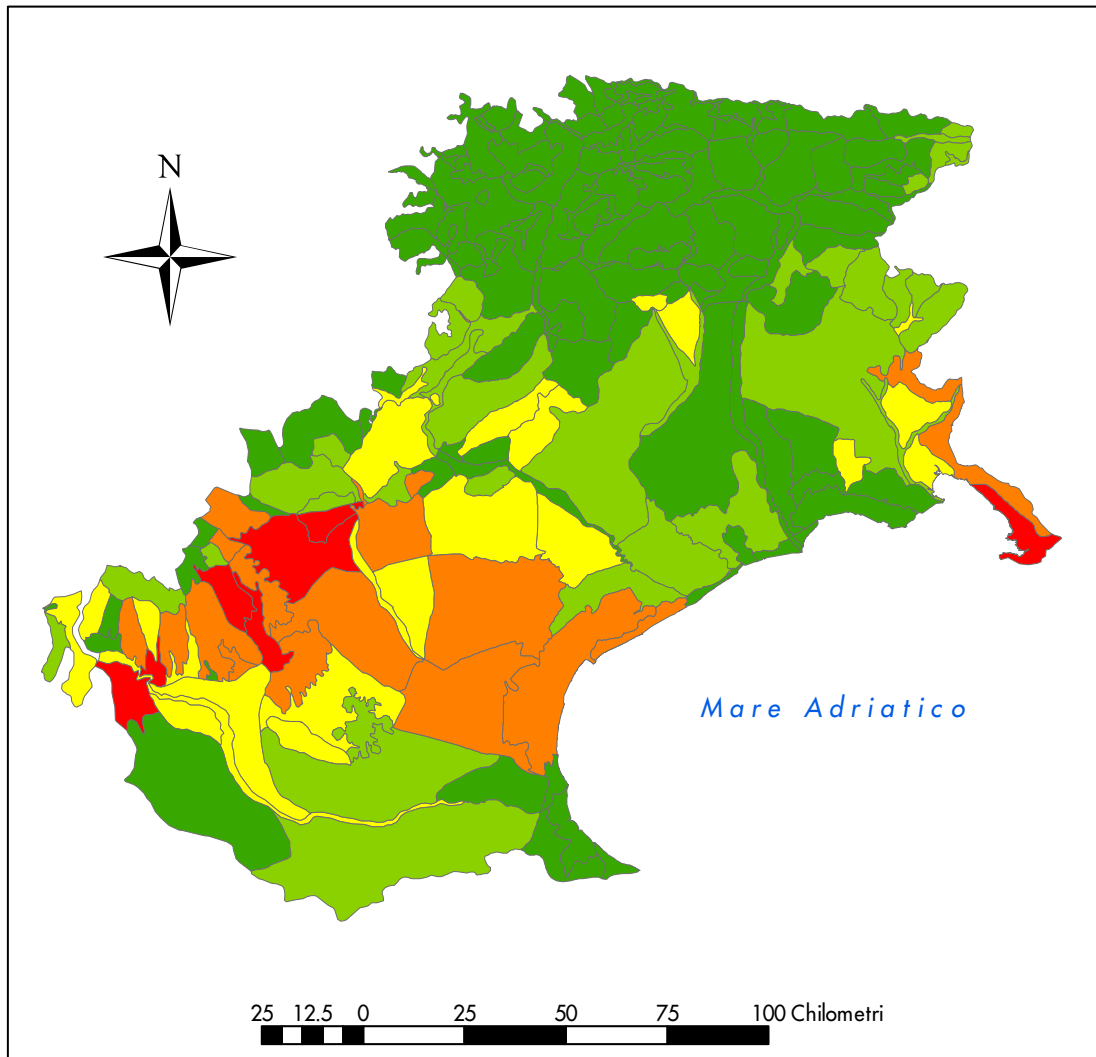
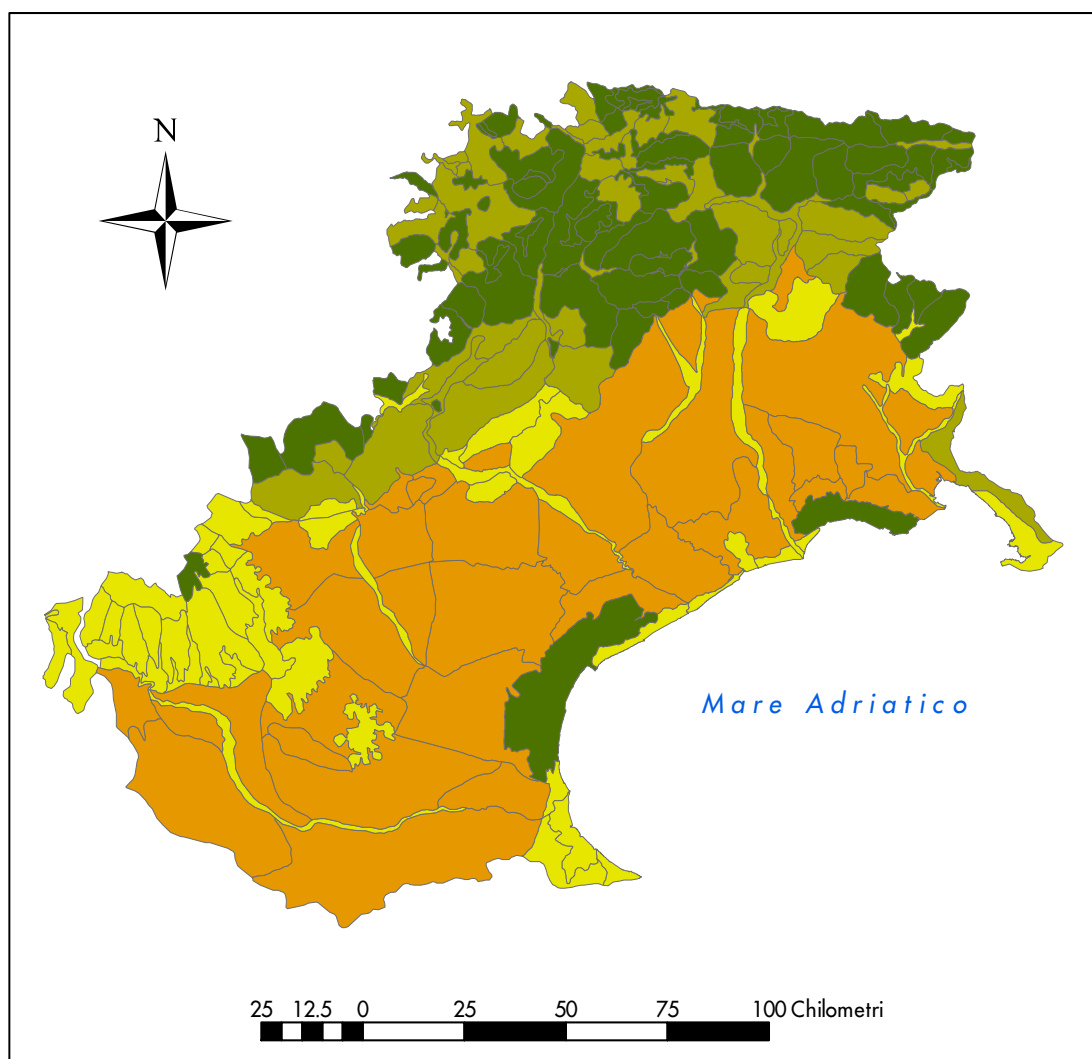


TAVOLA 13

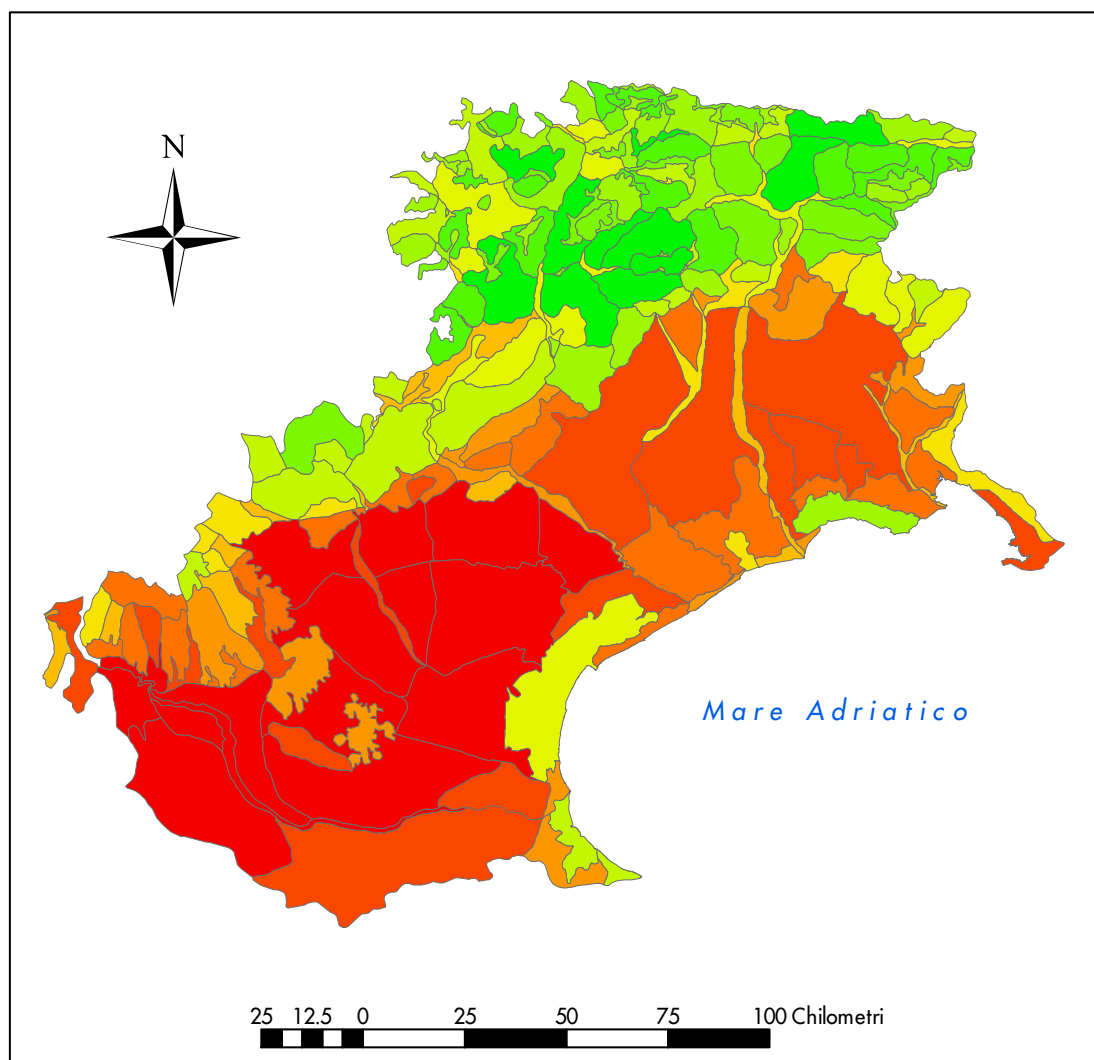
Profilo ambientale (Vulnerabilità territoriale)



- Unità di paesaggio ad alto pregio, bassa frammentazione e basso impatto
- Unità di paesaggio ad alto pregio, alta frammentazione e basso impatto
- Unità di paesaggio a medio pregio, alta frammentazione ed alto impatto
- Unità di paesaggio a basso pregio, alta frammentazione ed alto impatto

TAVOLA 14

Indice C di valutazione sintetica

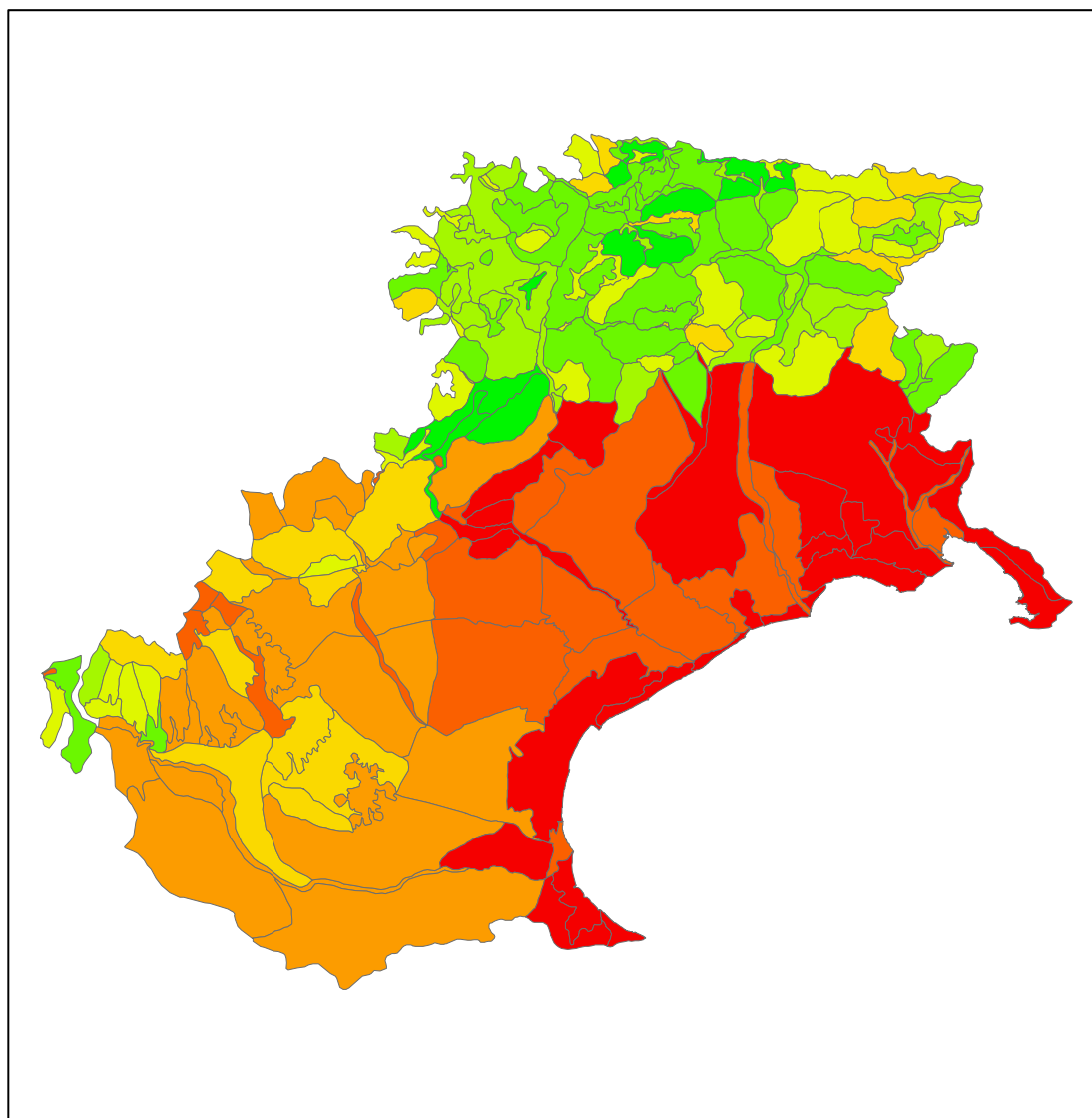


Indice C su variabili originali

■ 0.27 - 0.37	■ 0.69 - 0.72
■ 0.38 - 0.45	■ 0.73 - 0.75
■ 0.46 - 0.52	■ 0.76 - 0.80
■ 0.53 - 0.57	■ 0.81 - 0.85
■ 0.58 - 0.63	■ 0.86 - 0.88
■ 0.64 - 0.68	■ 0.89 - 0.91

TAVOLA 15

Indice di pregio ambientale (qualità)



Indice C di pregio

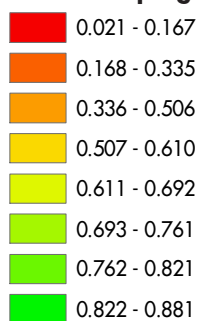
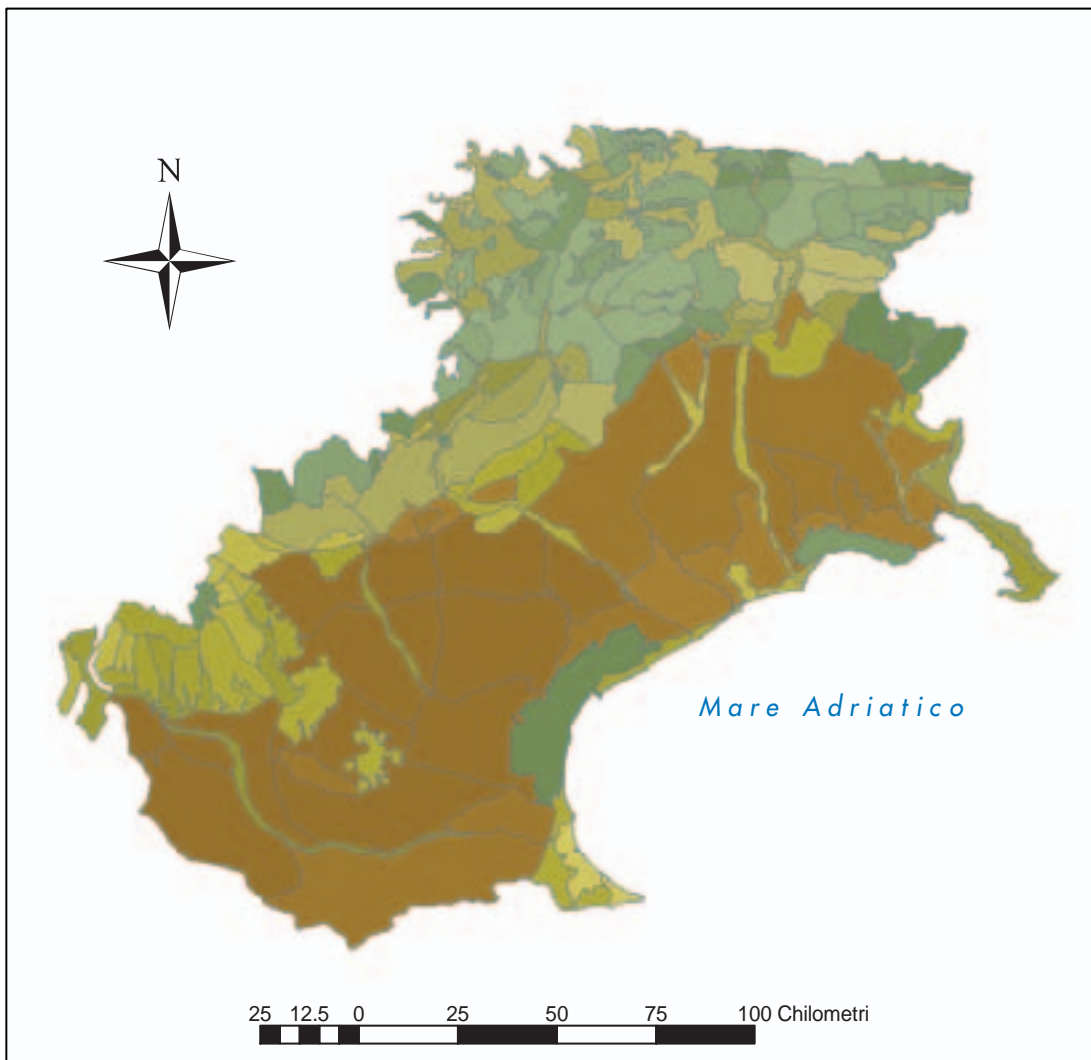


TAVOLA 16

Classificazione ed Indice C di valutazione



Indice C su variabili originali

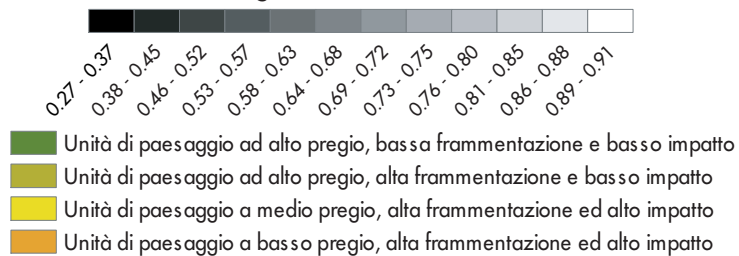
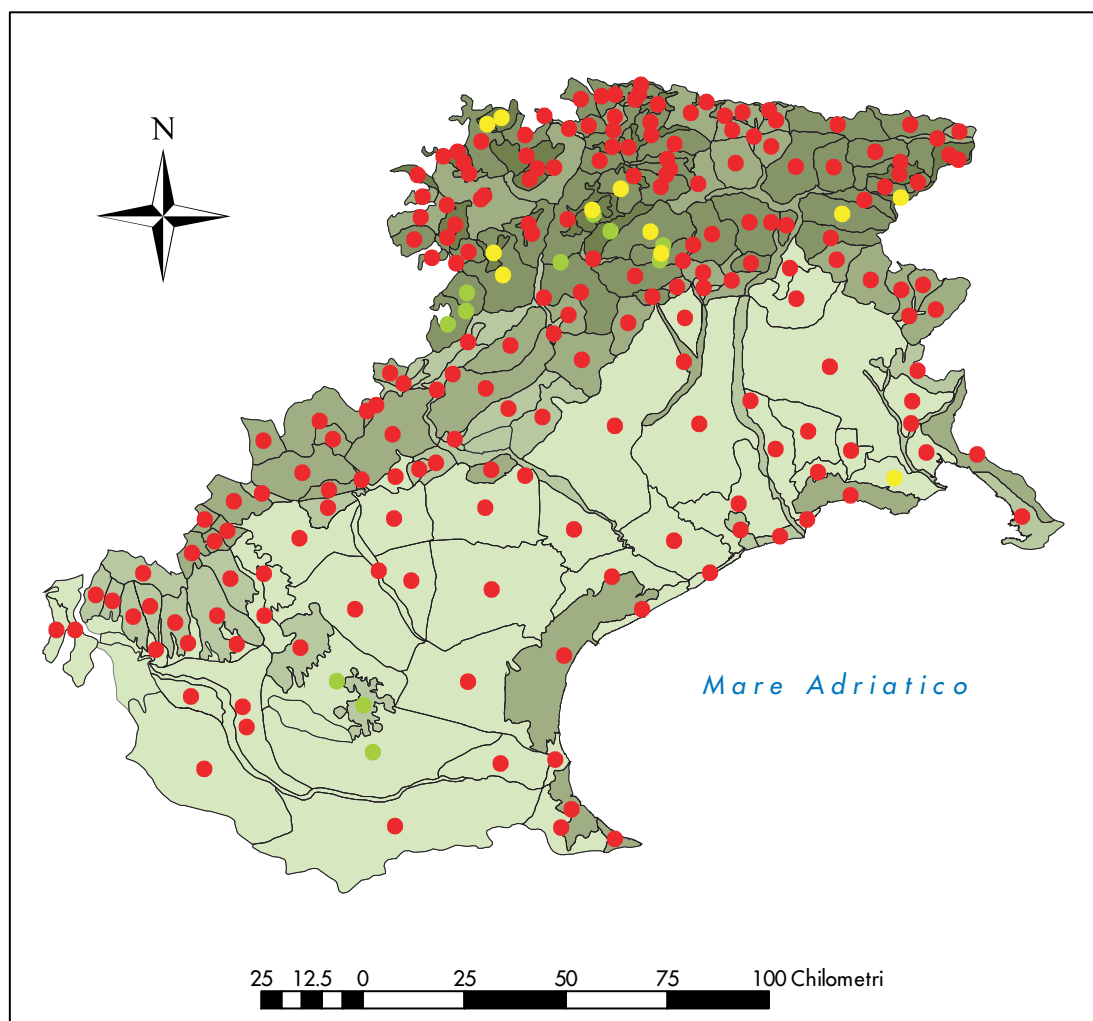


TAVOLA 17

Stato di conservazione della naturalità



Percentuali di aree naturali protette

- 0 - 33%
- 34 - 67%
- 68 - 100%

Naturalità

- 0.129 - 0.367
- 0.368 - 0.594
- 0.595 - 0.741
- 0.742 - 0.836
- 0.837 - 0.997

TAVOLA 18

Allegato 3

Classificazione ed indici sintetici per unità di paesaggio



ALLEGATO 3

CLASSIFICAZIONI ED INDICI SINTETICI PER UNITÀ DI PAESAGGIO								
Sigla unità	Class wardord	Class scores	Class prob_maha	C var	C fzvar	Anti de14	Anti var	Anti fzvar
2092	2	2	2	0.7758	0.3861	0.6969	0.3363	0.8188
2032	2	2	2	0.7849	0.3966	0.7271	0.3528	0.8020
2107	2	2	2	0.7100	0.3752	0.6458	0.1011	0.8487
2144	2	2	2	0.7848	0.3926	0.7125	0.3545	0.8082
2105	2	2	2	0.8268	0.4005	0.7374	0.3943	0.7938
2043	2	2	2	0.7849	0.3910	0.7103	0.3847	0.8065
2044	2	2	2	0.6528	0.3536	0.5913	0.2673	0.8745
2049	2	2	2	0.5944	0.3451	0.5167	0.0013	0.9107
2052	2	2	2	0.7072	0.3647	0.6183	0.3003	0.8509
6027	2	3	2	0.6487	0.3571	0.5976	0.0923	0.8770
5066	2	2	2	0.7382	0.3775	0.6861	0.2782	0.8322
2069	1	1	1	0.7752	0.3919	0.7437	0.2778	0.7697
2023	1	1	1	0.8663	0.4198	0.7961	0.4444	0.7526
2152	1	1	1	0.8910	0.4108	0.7796	0.4800	0.7498
2076	1	1	1	0.8889	0.4210	0.8107	0.4444	0.7347
2147	1	1	1	0.8712	0.4093	0.7682	0.4644	0.7572
2078	1	1	1	0.8402	0.4157	0.8073	0.3578	0.7383
2148	1	1	1	0.8691	0.4069	0.7659	0.4644	0.7633
2089	1	1	1	0.8316	0.4015	0.7507	0.4200	0.7664
2145	1	1	1	0.8048	0.4027	0.7690	0.3200	0.7554
2091	1	1	1	0.8537	0.4141	0.8029	0.3911	0.7389
2029	1	1	1	0.8568	0.4175	0.8092	0.3911	0.7371
2095	1	1	1	0.8395	0.4092	0.7769	0.3911	0.7474
2036	1	1	1	0.8708	0.4200	0.8039	0.4200	0.7372
1008	1	1	1	0.7674	0.3872	0.7041	0.2824	0.7854
2128	1	1	1	0.7065	0.3667	0.6399	0.3013	0.8283
2048	1	1	1	0.8210	0.3986	0.7510	0.3911	0.7619
2098	1	1	1	0.9138	0.4196	0.7943	0.4823	0.7435
2101	1	1	1	0.9140	0.4196	0.7963	0.4818	0.7435
2997	1	2	2	0.7727	0.3912	0.7350	0.3578	0.7959
2114	1	1	1	0.7305	0.3719	0.6662	0.3006	0.8094
2117	1	1	1	0.7493	0.3732	0.6749	0.3339	0.8030
5130	1	1	3	0.7425	0.3757	0.7113	0.2311	0.7917
5063	1	1	1	0.7540	0.3771	0.6719	0.3339	0.8101
6012	1	3	3	0.7123	0.3654	0.6933	0.2315	0.8072
2130	4	4	4	0.4750	0.3197	0.3382	0.0015	0.9383
6031	4	4	4	0.4269	0.3120	0.2727	0.0035	0.9268
6021	4	4	4	0.4309	0.3122	0.2773	0.0000	0.9264
6007	4	3	4	0.4573	0.3187	0.3782	0.0000	0.8995
5137	4	3	3	0.5171	0.3294	0.4649	0.1245	0.9019
5072	4	3	4	0.4783	0.3230	0.3842	0.1688	0.9239
5077	4	4	4	0.3383	0.3026	0.2136	0.0055	0.9108
5078	4	4	4	0.2675	0.3014	0.1875	0.0975	0.9089

segue

**IL PROGETTO CARTA DELLA NATURA ALLA SCALA 1:250.000
METODOLOGIA DI REALIZZAZIONE**

segue

CLASSIFICAZIONI ED INDICI SINTETICI PER UNITÀ DI PAESAGGIO								
Sigla unità	Class wardord	Class scores	Class prob_maha	C var	C fzvar	Anti de14	Anti var	Anti fzvar
5090	4	4	4	0.3092	0.2945	0.2092	0.0000	0.8895
5084	4	4	4	0.3423	0.3030	0.2281	0.0161	0.9120
1014	3	3	3	0.6072	0.3434	0.5360	0.2595	0.8981
6047	3	3	3	0.3994	0.3240	0.3817	0.0561	0.9390
5138	3	3	3	0.4166	0.3161	0.3523	0.1042	0.9114
6043	3	3	3	0.5535	0.3308	0.4668	0.0000	0.9050
6029	3	3	3	0.6600	0.3471	0.6121	0.2311	0.8429
5103	3	3	3	0.6372	0.3483	0.6127	0.2143	0.8434
6039	3	3	3	0.5544	0.3279	0.4648	0.0465	0.8936
5042	3	3	3	0.6307	0.3418	0.5912	0.1800	0.8539
5136	3	3	3	0.5543	0.3294	0.4758	0.0000	0.8923
5094	3	3	3	0.4491	0.3205	0.3867	0.1596	0.9108
5043	3	3	3	0.4940	0.3199	0.4237	0.0644	0.8881
5044	3	3	3	0.3749	0.3082	0.3505	0.0056	0.9142
5092	3	3	3	0.4572	0.3237	0.3915	0.1496	0.9257
10026	3	3	3	0.7471	0.3670	0.6903	0.3578	0.8069
10027	3	3	3	0.7329	0.3699	0.7047	0.2311	0.7975
2009	2	2	2	0.7785	0.3877	0.6991	0.3439	0.8183
2081	2	2	2	0.8011	0.3902	0.7099	0.4081	0.8067
2022	2	2	2	0.7498	0.3869	0.6916	0.2063	0.8262
2075	2	2	2	0.7857	0.3912	0.7072	0.3524	0.8123
2073	2	2	2	0.7396	0.3830	0.6902	0.2198	0.8295
2024	2	2	2	0.7676	0.3903	0.7046	0.2988	0.8168
2027	2	2	2	0.7094	0.3732	0.6448	0.2824	0.8410
2087	2	2	2	0.6464	0.3563	0.5876	0.1626	0.8769
2097	2	2	2	0.6711	0.3598	0.5975	0.2410	0.8696
2077	2	2	2	0.7797	0.3912	0.7092	0.3380	0.8123
2151	2	2	2	0.6918	0.3660	0.6275	0.2553	0.8566
2030	2	2	2	0.7690	0.3940	0.7282	0.3576	0.8026
1031	2	2	2	0.7714	0.3975	0.7421	0.3415	0.7952
2079	2	2	2	0.7110	0.3734	0.6358	0.2824	0.8460
2034	2	2	2	0.7166	0.3773	0.6451	0.2755	0.8422
2155	2	2	2	0.7464	0.3808	0.6656	0.2824	0.8228
2093	2	2	2	0.7910	0.3929	0.7123	0.3543	0.8096
2994	2	2	2	0.6979	0.3731	0.6718	0.2283	0.8395
2143	2	2	2	0.7758	0.3899	0.7072	0.3573	0.8119
1007	2	2	2	0.7762	0.3876	0.7027	0.3839	0.8125
2042	2	2	2	0.7278	0.3740	0.6444	0.2824	0.8399
2139	2	2	2	0.8357	0.4035	0.7416	0.4090	0.7885
2106	2	2	2	0.7899	0.3921	0.7152	0.3646	0.8077
2138	2	2	2	0.8047	0.3913	0.7112	0.3832	0.8078
2103	2	2	2	0.7328	0.3806	0.6826	0.3200	0.8232
2041	2	2	2	0.7164	0.3736	0.6407	0.2824	0.8415
2116	2	2	2	0.6700	0.3609	0.5952	0.2233	0.8721
2099	2	2	2	0.7023	0.3747	0.6482	0.1122	0.8488
2115	2	2	2	0.6593	0.3597	0.5828	0.1754	0.8762
2112	2	2	2	0.7226	0.3732	0.6448	0.3339	0.8400
2050	2	2	2	0.6850	0.3641	0.6081	0.1496	0.8675
2051	2	2	2	0.7006	0.3693	0.6196	0.2646	0.8561
2992	2	2	2	0.6895	0.3731	0.6869	0.1800	0.8252
2053	2	2	2	0.6879	0.3637	0.6151	0.1630	0.8678

segue

ALLEGATO 2

segue

CLASSIFICAZIONI ED INDICI SINTETICI PER UNITÀ DI PAESAGGIO								
Sigla unità	Class wardord	Class scores	Class prob_maha	C var	C fzvar	Anti de14	Anti var	Anti fzvar
5069	2	2	2	0.7277	0.3700	0.6373	0.3359	0.8462
6035	2	2	2	0.7946	0.3867	0.7125	0.3768	0.8121
5068	2	2	2	0.7263	0.3702	0.6349	0.3339	0.8465
5990	2	2	2	0.6545	0.3617	0.6297	0.1582	0.8592
5067	2	2	2	0.7226	0.3740	0.6694	0.2497	0.8376
2156	1	1	1	0.8606	0.4056	0.7642	0.4644	0.7542
2070	1	1	1	0.8644	0.4078	0.7690	0.4644	0.7514
2068	1	1	1	0.8827	0.4174	0.8032	0.4444	0.7401
2074	1	1	1	0.8685	0.4192	0.8041	0.4200	0.7360
2071	1	1	1	0.7830	0.3928	0.7551	0.2778	0.7666
2082	1	1	1	0.8043	0.4070	0.7915	0.2778	0.7476
2084	1	1	1	0.8411	0.3986	0.7528	0.4444	0.7619
2085	1	1	1	0.7866	0.3911	0.7411	0.3200	0.7695
2083	1	1	1	0.7746	0.3919	0.7404	0.2778	0.7697
2072	1	1	1	0.8061	0.3891	0.7143	0.4373	0.7874
2086	1	1	1	0.7325	0.3751	0.6744	0.2824	0.8028
2153	1	1	1	0.7769	0.3883	0.7034	0.2824	0.7880
2026	1	1	1	0.8223	0.4054	0.7698	0.3578	0.7515
2159	1	1	1	0.7937	0.4012	0.7679	0.2778	0.7567
2088	1	1	1	0.7222	0.3715	0.6688	0.2824	0.8080
2028	1	1	2	0.7668	0.3855	0.6827	0.2824	0.8050
2154	1	1	1	0.7251	0.3752	0.6748	0.2824	0.8067
2080	1	1	1	0.8679	0.4084	0.7659	0.4607	0.7526
2109	1	1	1	0.8379	0.3938	0.7333	0.4486	0.7819
2146	1	1	1	0.8977	0.4128	0.7787	0.4727	0.7507
2108	1	1	1	0.8455	0.3933	0.7433	0.4510	0.7730
2149	1	1	1	0.8730	0.4093	0.7712	0.4645	0.7537
2025	1	1	1	0.9128	0.4277	0.8235	0.4644	0.7296
2150	1	1	1	0.8550	0.4093	0.7767	0.4200	0.7475
2142	1	1	1	0.8332	0.4069	0.7711	0.3911	0.7503
2033	1	1	1	0.8780	0.4174	0.8037	0.4444	0.7401
2160	1	1	1	0.8417	0.4116	0.7823	0.3911	0.7446
2090	1	1	1	0.8797	0.4071	0.7661	0.4642	0.7659
1005	1	1	1	0.7324	0.3798	0.6833	0.2824	0.8018
2096	1	1	1	0.9041	0.4171	0.7876	0.4817	0.7465
2094	1	1	1	0.8400	0.4157	0.8065	0.3578	0.7383
2141	1	1	1	0.8056	0.4049	0.7697	0.3200	0.7525
2140	1	1	1	0.8700	0.4064	0.7648	0.4644	0.7588
2035	1	1	1	0.8125	0.4053	0.7879	0.3200	0.7488
2039	1	1	1	0.8691	0.4084	0.7668	0.4644	0.7596
2104	1	1	1	0.8713	0.4101	0.7750	0.4644	0.7487
2111	1	1	1	0.9098	0.4206	0.7935	0.4784	0.7410
2993	1	1	1	0.7595	0.3852	0.7345	0.2778	0.7834
2110	1	1	1	0.9023	0.4172	0.7947	0.4800	0.7429
2038	1	1	1	0.7908	0.4069	0.7921	0.2311	0.7476
2040	1	1	1	0.8995	0.4111	0.7826	0.4722	0.7521
2037	1	1	1	0.8213	0.4114	0.7975	0.3200	0.7425
2102	1	1	1	0.9040	0.4196	0.7942	0.4717	0.7435
2996	1	1	1	0.8008	0.3997	0.7733	0.3200	0.7587
2995	1	2	2	0.7497	0.3865	0.7294	0.2778	0.7994
2998	1	1	1	0.8411	0.4092	0.7901	0.3911	0.7455

segue

**IL PROGETTO CARTA DELLA NATURA ALLA SCALA 1:250.000
METODOLOGIA DI REALIZZAZIONE**

segue

CLASSIFICAZIONI ED INDICI SINTETICI PER UNITÀ DI PAESAGGIO								
Sigla unità	Class wardord	Class scores	Class prob_maha	C var	C fzvar	Anti de14	Anti var	Anti fzvar
2113	1	1	1	0.7740	0.3802	0.6876	0.3339	0.7972
2127	1	1	1	0.7151	0.3681	0.6588	0.2824	0.8130
2126	1	1	1	0.7236	0.3713	0.6613	0.2828	0.8129
2046	1	1	1	0.8755	0.4092	0.7746	0.4648	0.7511
2124	1	2	1	0.6938	0.3649	0.6254	0.3008	0.8421
2047	1	1	1	0.8720	0.4061	0.7670	0.4638	0.7564
2118	1	1	1	0.7769	0.3807	0.6843	0.3339	0.8036
2999	1	2	2	0.7874	0.3895	0.7381	0.3603	0.7898
1029	1	2	1	0.7300	0.3702	0.6492	0.3339	0.8225
5065	1	2	1	0.8252	0.3907	0.7340	0.4297	0.7893
5071	1	1	1	0.7354	0.3730	0.6653	0.3339	0.8142
6030	1	1	1	0.7640	0.3847	0.7243	0.2778	0.7945
5104	1	2	3	0.7427	0.3690	0.6619	0.3911	0.8202
2135	4	4	4	0.5302	0.3298	0.4096	0.0000	0.9362
2136	4	4	4	0.4678	0.3185	0.3308	0.0057	0.9373
6017	4	4	4	0.4290	0.3115	0.2740	0.0003	0.9219
6011	4	4	4	0.4139	0.3110	0.2644	0.0012	0.9233
6028	4	4	4	0.4535	0.3170	0.3136	0.0133	0.9342
6020	4	4	4	0.4438	0.3131	0.2846	0.0000	0.9249
6026	4	4	4	0.5042	0.3237	0.3726	0.0104	0.9360
6022	4	4	4	0.4499	0.3155	0.3196	0.0071	0.9205
6018	4	4	4	0.4703	0.3161	0.3367	0.0024	0.9162
6024	4	4	4	0.4824	0.3178	0.3262	0.0000	0.9333
6023	4	4	4	0.4774	0.3181	0.3312	0.0000	0.9349
5076	4	4	4	0.4011	0.3181	0.3432	0.0398	0.9171
6005	4	4	4	0.3308	0.3029	0.2045	0.0075	0.9104
6010	4	4	4	0.3714	0.3071	0.2509	0.0093	0.9140
5075	4	4	4	0.3674	0.3011	0.2393	0.0000	0.9111
6016	4	4	4	0.4671	0.3140	0.3384	0.0000	0.9080
5079	4	4	4	0.2828	0.3051	0.2096	0.1347	0.9100
6004	4	4	4	0.3315	0.3046	0.2186	0.0257	0.9103
6014	4	4	4	0.4053	0.3099	0.2649	0.0042	0.9192
5080	4	4	4	0.3356	0.3072	0.2268	0.0600	0.9118
5082	4	4	4	0.3360	0.3051	0.2131	0.0062	0.9095
5087	4	4	4	0.3124	0.2973	0.1882	0.0075	0.9019
5086	4	4	4	0.3286	0.3019	0.1891	0.0001	0.9087
5083	4	4	4	0.3933	0.3044	0.2638	0.0000	0.9130
5081	4	4	4	0.3607	0.3050	0.2215	0.0009	0.9139
6002	4	4	4	0.4321	0.3116	0.2826	0.0000	0.9224
5085	4	4	4	0.4212	0.3109	0.2806	0.0017	0.9217
2129	3	3	3	0.5558	0.3345	0.4871	0.0558	0.9139
6013	3	3	3	0.6512	0.3512	0.5899	0.1929	0.8789
6019	3	3	3	0.6184	0.3438	0.5444	0.1641	0.8965
2125	3	3	3	0.5455	0.3337	0.4678	0.1554	0.9216
6032	3	3	3	0.5465	0.3369	0.4763	0.0615	0.9247
6033	3	3	3	0.5479	0.3373	0.4820	0.0896	0.9201
6025	3	3	3	0.6139	0.3461	0.5568	0.0557	0.8942
6008	3	3	3	0.4903	0.3296	0.4333	0.1791	0.9290
5140	3	3	3	0.5743	0.3374	0.5200	0.1800	0.8950
6009	3	3	3	0.5596	0.3340	0.5007	0.2119	0.9053
6006	3	3	3	0.6170	0.3434	0.5641	0.2782	0.8633

segue

ALLEGATO 3

segue

CLASSIFICAZIONI ED INDICI SINTETICI PER UNITÀ DI PAESAGGIO								
Sigla unità	Class wardord	Class scores	Class prob_maha	C var	C fzvar	Anti de14	Anti var	Anti fzvar
5147	3	3	3	0.6205	0.3410	0.5576	0.2414	0.8731
5060	3	3	3	0.6771	0.3593	0.6393	0.2375	0.8455
5074	3	3	3	0.6498	0.3523	0.6014	0.2330	0.8721
5101	3	3	3	0.6053	0.3383	0.5503	0.1801	0.8748
5073	3	3	3	0.4772	0.3305	0.4626	0.0681	0.9176
5105	3	2	2	0.6631	0.3563	0.6071	0.2778	0.8644
5102	3	3	3	0.6289	0.3466	0.6052	0.1805	0.8481
6040	3	3	3	0.6175	0.3386	0.5277	0.2624	0.8900
5052	3	3	3	0.5037	0.3301	0.4621	0.1906	0.9141
5054	3	3	3	0.5908	0.3431	0.5800	0.2515	0.8667
5037	3	3	3	0.4998	0.3315	0.4452	0.0251	0.9268
5091	3	3	3	0.3898	0.3194	0.3640	0.0428	0.9243
5055	3	3	3	0.5705	0.3390	0.5376	0.3027	0.8939
5038	3	3	3	0.6399	0.3478	0.5881	0.1808	0.8535
5046	3	3	3	0.4215	0.3178	0.3685	0.1260	0.9147
6038	3	3	3	0.5044	0.3273	0.4138	0.0956	0.9300
5039	3	3	3	0.4168	0.3160	0.3919	0.0106	0.9096
5041	3	3	3	0.5085	0.3284	0.5050	0.1906	0.8828
5040	3	3	3	0.4884	0.3290	0.4741	0.1258	0.9106
5045	3	3	3	0.6189	0.3399	0.5795	0.1800	0.8593
5053	3	3	3	0.5737	0.3388	0.5295	0.2333	0.8982
5098	3	3	3	0.3649	0.3074	0.2892	0.0408	0.9132
5093	3	3	3	0.4861	0.3201	0.4113	0.0644	0.8919
5056	3	3	3	0.5692	0.3395	0.5226	0.0964	0.9050
6015	3	3	3	0.5477	0.3320	0.4460	0.1146	0.9295
10021	3	3	3	0.5444	0.3291	0.4491	0.0728	0.9110

