



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

RIELABORAZIONE IN AMBIENTE GIS

DELLA CARTA DEGLI HABITAT

IN UN'AREA DELL'UMBRIA MERIDIONALE,

NELL'AMBITO DEL PROGETTO CARTA DELLA NATURA

Dr.ssa Daniela Perfetti

Tutor: Dr.ssa Lucilla Laureti

Co tutor: Dr. Alberto Cardillo

PREFAZIONE

La tesi presentata, dal titolo “Rielaborazione in ambiente GIS della carta degli habitat in un’area dell’Umbria meridionale, nell’ambito del progetto Carta della Natura” è stata proposta e condotta allo scopo di fornire alla tesista la possibilità di apprendere metodologie e tecniche in uso nello svolgimento del progetto Carta della Natura, ma nello stesso tempo di consentire la produzione di cartografie utili per l’ampliamento del progetto stesso in Umbria.

In particolare, i lavori svolti nello stage sono stati:

- realizzazione della carta degli habitat alla scala 1:50.000 in due porzioni di territorio nella Provincia di Terni con tecniche di fotointerpretazione e rilievi di campo;
- inserimento di dette cartografie con quelle già realizzate nelle aree limitrofe in fasi precedenti del progetto, con modifiche e aggiornamenti delle stesse;
- successiva applicazione delle procedure informatiche per la stima del Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Territoriale degli habitat cartografati.

La scelta tecnica di operare con gli strumenti propri dei Sistemi Informativi Territoriali si è rivelata necessaria fin dall’inizio del progetto, in quanto essi consentono di associare agli elaborati cartografici dati ed informazioni territoriali georiferiti e di operare con algoritmi per produrre stime valutative e scenari ambientali di sintesi.

Tutte le operazioni suddette sono state condotte in ambiente GIS, secondo gli standard adottati per la realizzazione del progetto Carta della Natura a livello nazionale.

La presente tesi costituisce quindi parte integrante dei lavori di Carta della Natura in corso nel territorio umbro e fornisce un importante contributo al loro completamento previsto entro l’anno corrente.

ABSTRACT

Questo lavoro si inserisce nell'ambito del progetto Carta della Natura (1:50.000), apportando un contributo alla produzione cartografica della regione Umbria. L'area studiata, infatti, corrisponde ad una porzione della provincia di Terni. La metodologia standard del progetto è stata applicata attraverso l'utilizzo dei Sistemi Informativi Territoriali, che hanno consentito di raggiungere tutti gli obiettivi prefissati. Nello specifico, mediante un processo di fotointerpretazione a video, è stato ottenuto un elaborato cartografico finale, la Carta degli Habitat, in cui ad ogni habitat è associato un codice della legenda CORINE Biotops; mediante l'utilizzo di algoritmi matematici, invece, sono stati calcolati quattro indici (Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica, Fragilità Ambientale), e redatta la relativa cartografia tematica, che descrivono quantitativamente il valore naturalistico di ciascun biotopo.

INDICE

INTRODUZIONE.....	4
IL PROGETTO	
1- Il progetto Carta della Natura.....	5
1.1- La metodologia del progetto Carta della Natura scala 1:50.000.....	6
2- L'area di studio: la provincia di Terni e l'area cartografata.....	9
2.1- Inquadramento territoriale.....	10
2.2- Inquadramento bioclimatico.....	10
2.3- Inquadramento geomorfologico.....	11
2.3.1- Unità morfologica dei rilievi montuosi.....	12
2.3.2- Unità morfologica collinare.....	13
2.3.3- Unità morfologica delle pianure.....	14
2.4- Il paesaggio della Provincia di Terni.....	14
2.5- Pedologia.....	16
2.6- Uso del Suolo: le aree boscate.....	16
LA REALIZZAZIONE	
1- La Carta degli Habitat.....	18
1.1- Il contributo dei Sistemi Informativi Territoriali.....	20
1.2- Gli habitat cartografati.....	21
2- La valutazione degli habitat.....	23
2.1- Stima del Valore Ecologico.....	24
2.2- Stima della Sensibilità Ecologica.....	26
2.3- Stima della Pressione Antropica.....	29
2.4- Stima della Fragilità Ambientale.....	32
CONCLUSIONI.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	35
ALLEGATI:	
1 - CARTA DEGLI HABITAT	
2 - CARTA DEL VALORE ECOLOGICO COMPLESSIVO	
3 - CARTA DELLA SENSIBILITÀ ECOLOGICA COMPLESSIVA	
4 - CARTA DELLA PRESSIONE ANTROPICA COMPLESSIVA	
5 - CARTA DELLA FRAGILITÀ AMBIENTALE	

INTRODUZIONE

Il progetto Carta della Natura rappresenta uno strumento dinamico di pianificazione territoriale, da utilizzare sia a livello nazionale sia regionale. In particolare, offrendo una visione integrata e transdisciplinare degli elementi naturali ed antropici del territorio, concorre ad approfondire le conoscenze nel nostro paese, al fine di poter intervenire per la conservazione e valorizzazione delle risorse naturali in esso presenti.

Il lavoro qui presentato, utilizzando la metodologia standard del progetto, si pone il medesimo obiettivo per un'area dell'Umbria meridionale (parte della provincia di Terni): restituire una visione di sintesi delle componenti naturali per l'area di indagine.

Grazie al supporto dei Sistemi Informativi Territoriali, è stato possibile integrare diversi strati informativi (Ortofotocarta, Carta Geobotanica, Carta dell'uso del Suolo, Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi) per identificare unità ambientali, naturali o seminaturali, omogenee dal punto di vista strutturale e compositiva (caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche): gli habitat. L'elaborato cartografico finale è infatti la Carta degli Habitat alla scala 1:50.000. In una fase successiva, sempre in ambiente GIS, viene applicata una procedura di valutazione che consiste nel determinare, per ciascun habitat, il Valore Ecologico, la Sensibilità Ecologica e la Pressione Antropica, attraverso l'uso di indicatori appositamente selezionati, e la Fragilità Ambientale, come risultato della combinazione tra Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica. Tali indici consentono di effettuare un'analisi quantitativa e qualitativa (attraverso la corrispondente cartografia tematica) sullo stato dell'ambiente naturale nell'area indagata.

IL PROGETTO

1- Il progetto Carta della Natura

Il progetto Carta della Natura nasce con la “Legge Quadro sulle Aree Protette” (394/1991), di cui fa proprie le finalità generali: *“garantire e promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese”*, considerando come *“patrimonio naturale le formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che abbiano rilevante valore naturalistico e ambientale”*. La stessa Legge individua per Carta della Natura i seguenti obiettivi particolari: *“ conoscere lo stato dell’ambiente naturale in Italia evidenziandone i valori naturali ed i profili di vulnerabilità”*.

Il progetto è stato sviluppato su due scale di analisi: la scala 1:250.000, di carattere estensivo-regionale, la scala 1:50.000, di maggior dettaglio.

Si tratta quindi di uno strumento da applicare a scala nazionale e regionale per migliorare la conoscenza delle aree naturali protette in Italia ma anche da destinare alla pianificazione ambientale.

Le basi concettuali e metodologiche del progetto risiedono in uno studio in scala 1:25.000 realizzato dall’Università di Parma nel 1995 sull’isola di Salina (Eolie). Sull’impronta di questa iniziale proposta, si è delineato il progetto Carta della Natura, inizialmente realizzato per 1 milione di ettari di territorio italiano su aree “tipologicamente” diverse per caratteri fisiografici e paesaggistici. Attualmente, grazie ad una metodologia sempre più affinata e a strumenti in continua revisione, il progetto è stato esteso al 40% del territorio nazionale ed è in via di realizzazione per almeno un ulteriore 20%.

La metodologia prevede due fasi operative principali:

- l’individuazione di “unità ambientali omogenee” per composizione e struttura,
- la valutazione di ciascuna di queste unità territoriali attraverso appositi indici: Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale.

Per “unità ambientali omogenee” si intendono unità con caratteristiche proprie che le distinguono dalle unità territoriali circostanti. Il sistema ecologico scelto per esprimere questo concetto è l’habitat *sensu* Direttiva 92/43/CEE (“Habitat”). La direttiva comunitaria definisce gli habitat naturali come “zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente

naturali o seminaturali” (AA.VV, 2004d), legandone l’identificazione sul territorio all’omogeneità compositiva e strutturale di tali caratteristiche. A questo concetto fa riferimento anche il Codice di nomenclatura europea CORINE Biotopes, scelto come legenda della carta degli habitat, che rappresenta un sistema gerarchico di classificazione che può essere adottato sia per produrre carte derivate di minore dettaglio sia per impostare studi a scale maggiori.

Le funzionalità dei Sistemi Informativi Territoriali si sono rivelate idonee a supportare le esigenze del progetto, sia per quanto riguarda la realizzazione degli elaborati cartografici mediante la trattazione di dati georiferiti, sia per la capacità di svolgere elaborazioni e applicare modelli su dati territoriali di origine diversa, sia infine per la possibilità di offrire un prodotto aggiornabile e implementabile nel tempo.

1.1- La metodologia del progetto Carta della Natura scala 1:50.000

Lo strumento delineato come “Sistema Carta della Natura” si attua in due fasi principali, una conoscitivo-cartografica (l’individuazione degli habitat), l’altra modellistico-valutativa (il calcolo degli indicatori di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica).

Gli habitat sono individuati e mappati in scala 1:50.000 con una metodologia basata sull’analisi di immagini telerilevate Landsat 7 ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus), mediante l’utilizzo di tecniche di classificazione automatica e guidata, che sfruttano la capacità degli oggetti di riflettere (o assorbire) la radiazione elettromagnetica incidente in funzione delle loro caratteristiche strutturali. I dati Landsat presentano una risoluzione spaziale di 30 x 30 metri, sufficiente a discriminare un’unità minima cartografabile di ettaro. L’adozione di questo limite comporta l’esclusione di habitat importanti (ambienti ripariali, fluviali, costieri, rupicoli) dalla forma e/o dall’estensione non rappresentabili. Per non perdere informazioni importanti, la presenza di habitat non cartografabili di estremo interesse dal punto di vista naturalistico e conservazionistico viene riportata all’interno della descrizione dell’unità ambientale nella quale sono contenuti.

L’utilizzo del telerilevamento da satellite è comunque integrato da controlli in campo, verifiche da fotografie aeree e da elaborazioni eseguite tramite il Sistema Informativo

Geografico utilizzando dati ancillari (DEM, Carta litologica, ecc.), oltre che naturalmente da un accurato studio della bibliografia e della cartografia utile.

In generale, la fase di realizzazione della carta degli habitat può essere riassunta dai seguenti passaggi:

1. valutazione comparata delle immagini.
2. classificazione preliminare automatica (unsupervised).
3. intervento degli esperti botanici.
4. realizzazione della classificazione guidata (supervised).
5. controlli a terra della carta prodotta ed applicazione di modelli di nicchia.
6. eliminazione dei poligoni con una superficie inferiore ad un ettaro (area minima cartografabile alla scala 1:50.000).
7. validazione della mappa e produzione della carta finale degli habitat.

Raggiunta una soddisfacente corrispondenza tra la carta e la situazione reale, si passa da un modello di gestione di tipo raster ad un modello di tipo vettoriale e si applicano opportuni algoritmi di generalizzazione al fine di semplificare le geometrie coerenti con la scala di restituzione.

Segue la seconda fase del progetto, la valutazioni degli habitat, che consiste nella stima di indici sintetici, quantificabili attraverso il calcolo di indicatori significativi alla scala 1:50.000, selezionati in base ad informazioni disponibili e omogenee sull'intero territorio nazionale.

Gli indici stimati sono:

- *Valore Ecologica*: inteso come misura della qualità di un habitat dal punto di vista ambientale (“valore naturale”), calcolabile attraverso l'utilizzo di specifici indicatori di pregio che ne determinano la priorità di conservazione;
- *Sensibilità Ecologica*: intesa *sensu* Ratcliffe come predisposizione di un habitat al rischio di subire un danno o un'alterazione della propria identità-integrità;
- *Pressione Antropica*: il disturbo antropico può riguardare sia caratteristiche strutturali sia funzionali dei sistemi ambientali; gli indicatori presi in considerazione misurano forme di pressioni antropica attualmente in atto e agenti all'interno e/o all'esterno dell'habitat, in modo diretto e/o indiretto;
- *Fragilità Ambientale*: intesa come associazione tra il grado di Pressione Antropica e quello di Sensibilità Ecologica.

La procedura valutativa si articola nelle seguenti fasi:

1. Normalizzazione dei valori di ciascun indicatore. Questa operazione consente di normalizzare gli indicatori necessari al calcolo di ciascun indice, al fine di renderli confrontabili ed elaborabili nello stesso algoritmo.
2. Calcolo del valore dei tre indici sintetici valore ecologico, sensibilità ecologica e pressione antropica attraverso l'applicazione del metodo statistico di ranghizzazione TOPSIS, detto del "Punto Ideale" (Hwang & Yoon 1981). Tale metodo statistico è stato introdotto recentemente nel Progetto Carta della Natura in sostituzione del metodo del "Vettore Ideale".
3. Suddivisione nelle classi *molto bassa*, *bassa*, *media*, *alta* e *molto alta* dei valori calcolati degli indici sintetici.
4. Definizione della fragilità ambientale, utilizzando una matrice a doppia entrata con sensibilità ecologica e pressione antropica.

Si sottolinea che i risultati delle valutazioni sui singoli biotopi, ottenuti attraverso l'applicazione del metodo TOPSIS, sono relativi alla specifica area di indagine e non sono confrontabili con quelli relativi ad altre aree dato che la normalizzazione avviene rispetto a valori locali. La valutazione dei biotopi a livello nazionale richiederebbe il processamento della Carta della Natura dell'intero territorio nazionale, che non è ad oggi ancora disponibile.

2- L'area di studio: la provincia di Terni e l'area cartografata

Questo lavoro rappresenta un contributo alla realizzazione della Carta della Natura 1:50.000 per la Regione Umbria.

L'area cartografata, ad eccezione di fasce di sovrapposizione (*buffer*) con le zone limitrofe (utili a garantire la coerenza con la cartografia confinante già realizzata), è interamente compresa nella Provincia di Terni, al confine con la Regione Lazio, tra le Province di Viterbo e Rieti.

Questi 18.351 ettari di territorio vengono evidenziati in rosso nelle mappe riprodotte (Fig. 1).

Poiché il calcolo degli indicatori di Carta della Natura è stato esteso ad un'area più ampia, corrispondente alla porzione della provincia di Terni per la quale è già stata collaudata la Carta degli Habitat, in vista della realizzazione di una carta di unione dell'area ternana, l'inquadramento territoriale viene esteso all'intera Provincia.

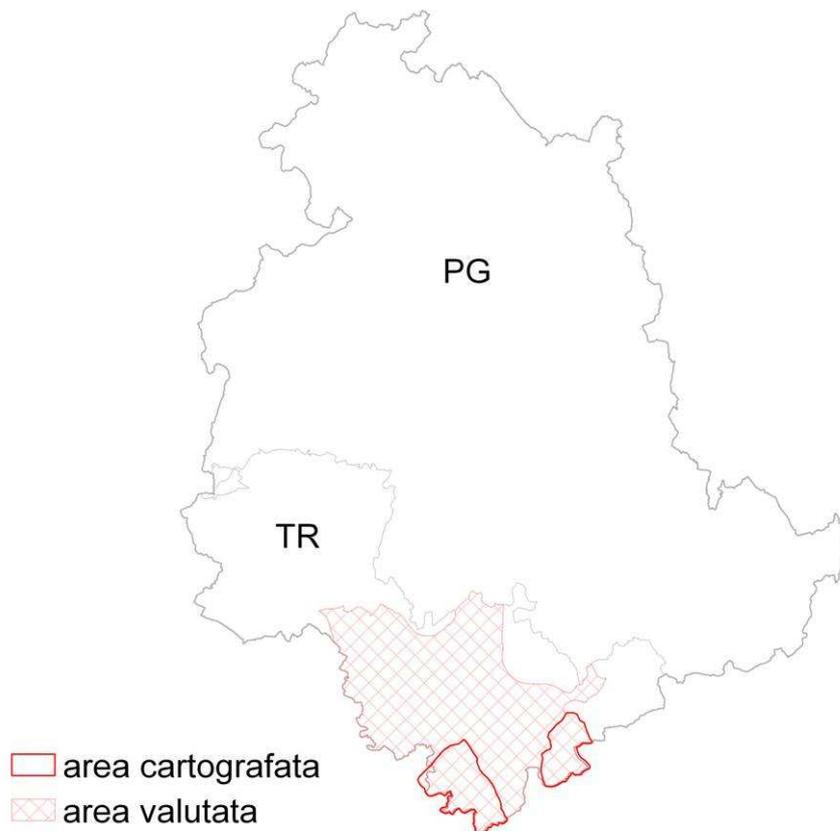


Fig. 1 - L'area di studio

2.1- Inquadramento territoriale

La Provincia di Terni si estende per circa 2.122 Km², nella porzione sud-occidentale dell'Umbria, per un totale di 33 Comuni. Il territorio è per lo più collinare (cime inferiori agli 800 metri s.l.m.) e pianeggiante (altitudine media tra 50 e 300 metri s.l.m.) e solo in parte occupato da rilievi montuosi (quote fino a 1635 metri s.l.m. - Monte La Pelosa). Il paesaggio è modellato inoltre dal reticolo idrografico, cui prendono parte il Tevere, il Nera e il Paglia; da alcuni laghi, di Piediluco (l'unico di origine naturale), Corbara, Alviano, Aia, San Liberato e Arezzo (realizzati a scopo idroelettrico o agricolo); dalle famose (sebbene artificiali) Cascate delle Marmore.

2.2- Inquadramento bioclimatico

In base ai dati raccolti in un arco di 30 anni da 24 stazioni termopluviometriche, nel territorio provinciale sono stati individuati 8 tipi bioclimatici principali: 5 della Macroregione Temperata, 2 della varietà Submediterranea e 1 della Macroregione Mediterranea. (Fig. 2)

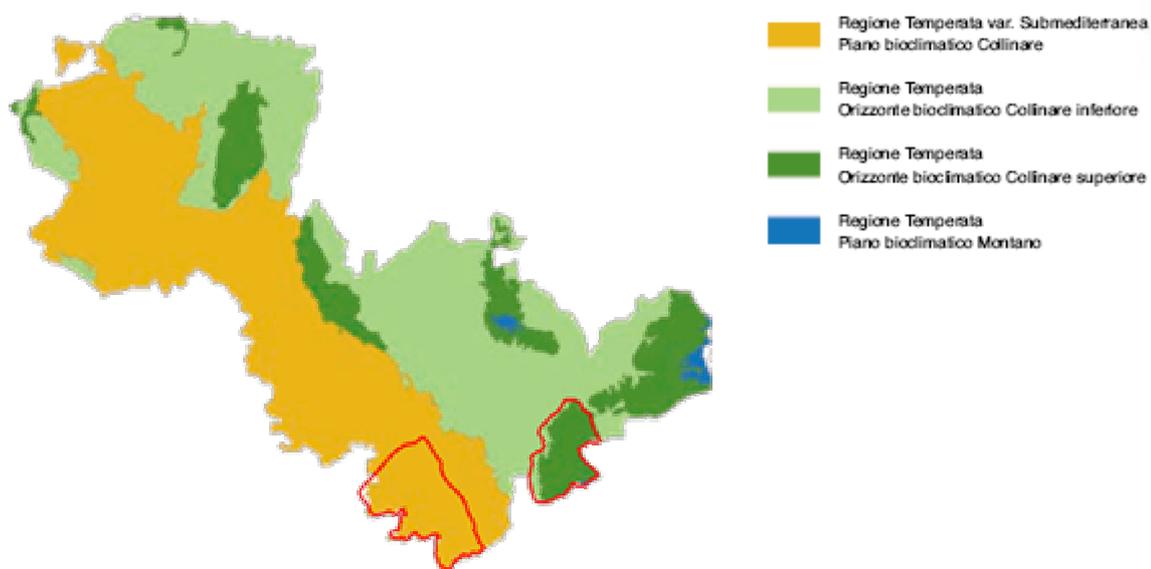


Fig. 2 - Carta fitoclimatica della Provincia di Terni

(Tratto da Biondi et alii, 2002)

2.3- Inquadramento geomorfologico

In base alla fisiografia e alla litologia si individuano tre principali unità morfologiche, corrispondenti ai complessi geologici montuosi, collinari e delle pianure. (Fig. 3)

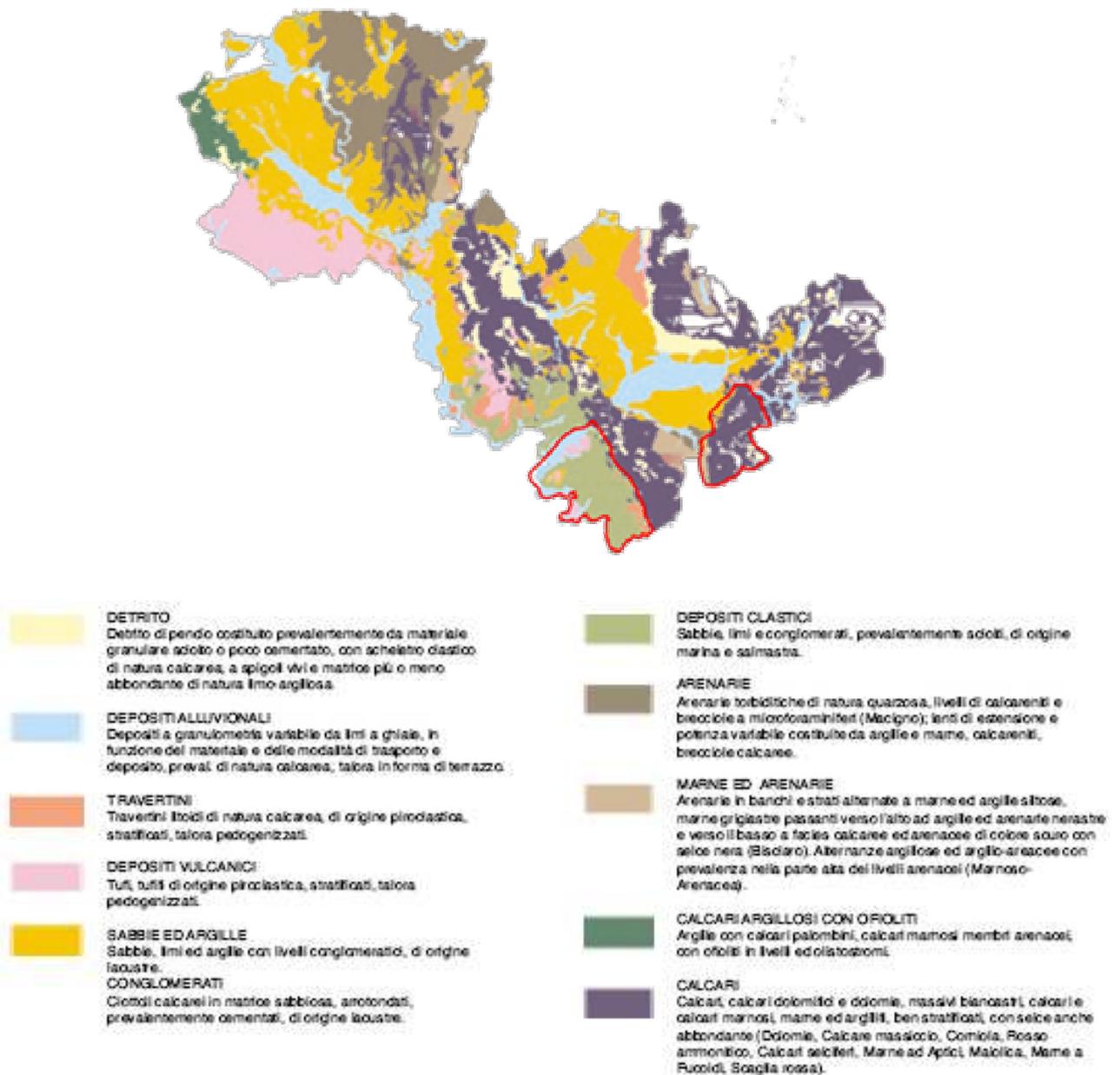


Fig. 3 - Carta geolitologica della Provincia di Terni

(Tratto da Biondi et alii, 2002)

2.3.1- Unità morfologica dei rilievi montuosi

Le rocce delle montagne umbre sono sedimentarie marine, calcaree e di origine chimico-organogena. Tre sono i settori individuabili.

1) *Catena Amerino-Narnese.*

La dorsale calcarea dei Monti Amerini, estesa tra il Monte Cerrentino e i rilievi a ridosso della città di Amelia, è costituita da rilievi di entità modesta con substrati omogenei, formati da Calcarea Massiccio e in alcuni casi da Calcarea Cavernoso.

Nella fascia di contatto tra la Catena Amerina e quella Narnese scorre il Fiume Nera che in questa zona ha scavato profonde gole nella formazione del Calcarea Massiccio, estese da Narni fino all'abitato di Stifone.

I rilievi calcarei della Catena Narnese (Monte San Pancrazio, 1027 metri s.l.m.), dai versanti acclivi modellati da canali e fossi, sono caratterizzati da un complesso calcareo del Giurassico.

2) *Altire Preappenniniche a Nord, Est e Sud della Conca Ternana.*

La Catena Carbonatica dei Monti Martani (Comuni di Acquasparta e Sangemini) delimita a nord, con il gruppo montuoso di Monte Torre Maggiore (1120 metri s.l.m.), il perimetro della Conca Ternana. La catena presenta le forme del tipico paesaggio carsico, come il Laghetto (dolina) di Fiorenzuola e la Conca di Carsulae. L'elevata permeabilità delle rocce favorisce una ricca circolazione sotterranea che alimenta le numerose sorgenti di acqua minerale, come quelle di Sangemini e Fabia. Tra i corsi d'acqua si annovera il Fiume Serra, con meandri incassati nella Scaglia Rossa.

Il settore orientale (Comuni di Ferentillo, Montefranco, Polino, Arrone) presenta una morfologia tipicamente montana, con rilievi costituiti dalla caratteristica serie calcarea appenninica: in alto la Formazione della Maiolica e in basso quella della Scaglia. Questi rilievi, con vette oltre i 1000 metri (Monte La Pelosa, Monte Torrinaro, Monte Solenne, Colle La Bernara), possono essere considerati come la propaggine meridionale dei Monti della Valnerina. Il settore N-E del Comune di Polino ha la morfologia di un altopiano ad una quota media di 1200 metri s.l.m.. Le rocce sono calcaree di origine marina con alternanze di calcari, calcari marnosi e marne spesso ben stratificate e ricche di fossili, ascrivibili alla Serie Stratigrafica Umbro-Marchigiana di età compresa tra i 240 milioni (Triassico) e i 5,2 milioni di anni (Miocene).

A sud della Conca Ternana si incontrano le propaggini settentrionali dei Monti Sabini, qui rappresentati dai piani carsici posti a quota 900 metri nel comune di Stroncone.

Caratterizzati da piccoli avvallamenti e depressioni che nei periodi primaverili e autunnali si riempiono di acqua piovana dando origine a stagni temporanei, i piani si aprono tra modesti rilievi calcarei (Colle dei Prati, Colle dei Tre Confini e Colle del Faggio).

3) *Monte Peglia.*

A Nord della Catena Amerina si estende il complesso del Monte Peglia (837 metri s.l.m.) (Comuni di Orvieto, Parrano e San Venanzo), piuttosto omogeneo dal punto di vista morfologico e percorso da un fitto reticolo di piccoli corsi d'acqua. L'area sommitale è caratterizzata dalle formazioni della Maiolica, della Scaglia cinerea e variegata e delle Marne a fucoidi. Verso le sue pendici meridionali, tra modesti rilievi, scorre incassato il Fiume Tevere, che ha scavato nelle rocce carbonatiche le gole di Forello, oggi in gran parte sommerse dal bacino del Lago di Corbara.

2.3.2- Unità morfologica collinare

1) *Alture che si estendono nel territorio del Monte Peglia.*

Nel complesso territoriale dell'orvietano, i rilievi attorno al Monte Peglia sono per lo più formati da substrati di arenarie giallastre, arenarie con livelli di marne e argille siltose grigiastre. In prossimità dell'abitato di S. Venanzo si trovano anche lave e piroclastiti dell'omonimo centro eruttivo, importante a livello mondiale per il ritrovamento di rocce e minerali rarissimi.

2) *Collina "interna" sabbioso-conglomeratica.*

La zona di bassa collina di Montecastrilli, Sangemini, Collescipoli è costituita da depositi sabbioso-argillosi in cui si rinvencono anche sporadiche formazioni calanchive. Si tratta di depositi lacustri argillosi con banchi di lignite e termini prevalentemente sabbioso-conglomeratici con lenti argillose.

3) *Collina "esterna" argillo-sabbiosa.*

Nella zona di Ficulle e Fabro prevalgono ancora argille, argille sabbiose grigio azzurre e marne, calanchive; meno estese sono le sabbie gialle, con livelli di conglomerati localizzati presso La Sala e Osarella, e i conglomerati di origine deltizia, presso Corbara e Monteleone.

Procedendo verso sud, in corrispondenza di Baschi, Alviano e Otricoli, i modesti rilievi che si incontrano, sono costituiti da depositi sabbioso-ghiaiosi dell'Olocene-Pleistocene, che soprattutto nell'area di Alviano, presentano estese morfologie calanchive.

Molto complessa dal punto di vista litologico l'area dei Comuni di Allerona e Castel Viscardo: si alternano argilliti, calcari marnosi e marne.

4) *Collina tufacea.*

Nella collina orvietana, tra Castel Giorgio e Porano, si rinvengono i resti dell'attività vulcanica degli apparati vulsini settentrionali: tufi stratificati, costituiti da alternanza di lapilli, tufi terrosi, pomice, ceneri, insieme a colate laviche di varia natura. Tra le testimonianze dell'eruzione, il Tavolato d'Orvieto, un tavolato tufaceo dalla morfologia subpianeggiante.

2.3.3- Unità morfologica delle pianure

Le pianure sono costituite soprattutto da sedimenti alluvionali sabbioso-ciottolosi di origine lacustre e fluvio-lacustre, attuali e recenti; depositi di disfacimento piroclastici (Castel Grigio) e depositi argilloso-sabbiosi e ghiaiosi fluvio-lacustri (Ponte Giulio, Madonna del Porto, S. Liberato). Al confine con i rilievi circostanti si rinvengono spesso detrito di falda e frana.

Ad eventi vulcanici (tufi di Guadamello) e tettonici o a fenomeni idrotermali (travertini di Acquasparta), all'erosione o alla sedimentazione è legata l'origine di particolari litotipi.

2.6- Il paesaggio della Provincia di Terni

Le caratteristiche geologiche-geomorfologiche costituiscono un filtro per l'individuazione delle "Unità di Paesaggio": ambiti territoriali omogenei con specifiche caratteristiche di formazione ed evoluzione del complesso geolitologico. La matrice territoriale così ottenuta rappresenta un riferimento importante per i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP) e, assieme agli elementi vegetazionali e antropici, consente un'analisi completa del paesaggio.

Alla scala 1:250.000, adatta alla definizione dei paesaggi a livello regionale e sovraregionale, è stata realizzata una carta di unità ambientali omogenee dal punto di vista fisiografico, utilizzando come elementi discriminanti gli aspetti fisici del territorio. In particolare sono state prese in considerazione la litologia e la geomorfologia, ad un livello di dettaglio compatibile col riconoscimento di unità geologico-strutturali di

estensione compresa tra gli ordini di grandezza dei chilometri quadrati e delle migliaia di chilometri quadrati. Le forme del rilievo così riconosciute sono state ulteriormente distinte utilizzando il criterio delle loro relazioni spaziali reciproche, arrivando alla definizione di porzioni di territorio chiamate “Unità fisiografiche di paesaggio” (Fig. 4).

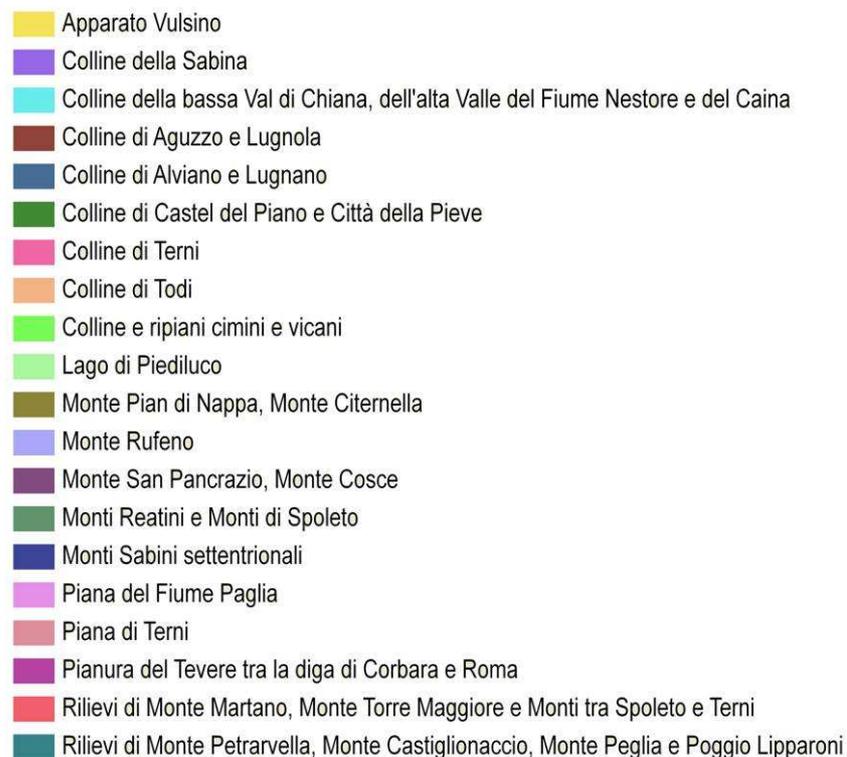


Fig. 4 - Carta delle unità fisiografiche di paesaggio alla scala 1:250.000
(APAT - Carta della Natura)

2.4- Pedologia

Anche per quanto riguarda i suoli la Provincia di Terni presenta una notevole variabilità, dovuta sia alla eterogeneità dei litotipi che costituiscono il substrato, sia all'escursione altimetrica di 1500 metri spalmata su un fazzoletto di terra di circa 2000 Km².

Rimandando a Biondi et alii (2002) per una trattazione più approfondita, vengono qui presentate sinteticamente le principali tipologie di suolo:

- 1) *Suoli dell'Appennino calcareo.*
- 2) *Suoli dei paesaggi intra-Appenninici.*
- 3) *Suoli del pre-Appennino calcareo.*
- 4) *Suoli delle superfici di raccordo tra la catena amerina ed i rilievi collinari che la circondano.*
- 5) *Suoli di collina su affioramenti arenacei.*
- 6) *Suoli di collina su substrati sabbioso-conglomeratici.*
- 7) *Suoli della collina su substrati argillo-marnosi.*
- 8) *Suoli della collina su materiali vulcanici.*
- 9) *Suoli delle aree piane su alluvioni recenti ed attuali.*
- 10) *Suoli delle aree piane su alluvioni terrazzate antiche.*

2.5- Uso del suolo: le aree boscate

Il 31,6% della superficie territoriale regionale, pari a 264.332 ettari, è coperto da boschi. L'andamento di crescita graduale e continua della superficie boscata, a partire dal 1960, è stato in parallelo seguito anche dall'aumento dei boschi governati a ceduo, a scapito, nella seconda metà del XX secolo, delle fustaie. In particolare dal 1900 si registra la trasformazione di quasi la totalità delle fustaie in boschi cedui. Questo fenomeno è legato principalmente alla costruzione della rete ferroviaria nazionale, a cui l'Umbria ha contribuito con il 22% dell'intera produzione di traversine di roverella e rovere. I processi di naturale ricolonizzazione dei terreni agrari abbandonati, unitamente agli interventi di imboschimento e rimboschimento, hanno contribuito, non solo negli anni passati, a giustificare la dinamica di evoluzione della superficie forestale.

Il 72% dei boschi ricade in proprietà private e in esse un rilievo particolare riveste il bosco governato a ceduo. Nonostante i fenomeni in atto di progressivo abbandono delle attività silvane e la realizzazione di tagli di conversione, l'Umbria si conferma a livello nazionale, con una percentuale dei boschi governati a ceduo pari all'85%, una delle regioni, unitamente a Toscana, Emilia-Romagna e Lazio, nelle quali più significativa è la diffusione del ceduo. Una rappresentatività contenuta mantengono le fustaie e i boschi cedui in conversione che rispettivamente hanno valori percentuali di estensione del 12% e del 3%. Le aree boschive sono essenzialmente dominate da quattro specie: cerro (*Quercus cerris*), roverella (*Quercus pubescens*), leccio (*Quercus ilex*) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Oltre 153.000 ettari della superficie forestale regionale sono occupati da boschi misti meso-xerofili, costituiti da carpino nero, orniello, roverella con aceri e altre querce. Mettendo in relazione la forma di governo con le specie, emerge che nei cedui prevalgono i soprassuoli con cerro e roverella, rispettivamente con il 36% e il 28%. Per quanto concerne i cedui in conversione la specie prevalente è rappresentata ancora dal cerro e secondariamente dalla roverella. I boschi governati a fustaia, infine, sono caratterizzati dalla presenza abbastanza uniforme di quattro specie: roverella, pino nero, pino d'Aleppo e cerro. Nell'ambito dei boschi cedui prevalgono nettamente i cedui intensamente matricinati e un terzo dei cedui sono invecchiati. Tra i soprassuoli in conversione più della metà lo sono a causa del semplice invecchiamento, mentre frequentemente le fustaie sono costituite da boschi con strutture irregolari e da soprassuoli derivanti dalla diffusione e/o persistenza di piante forestali su ex coltivi ed ex pascoli.

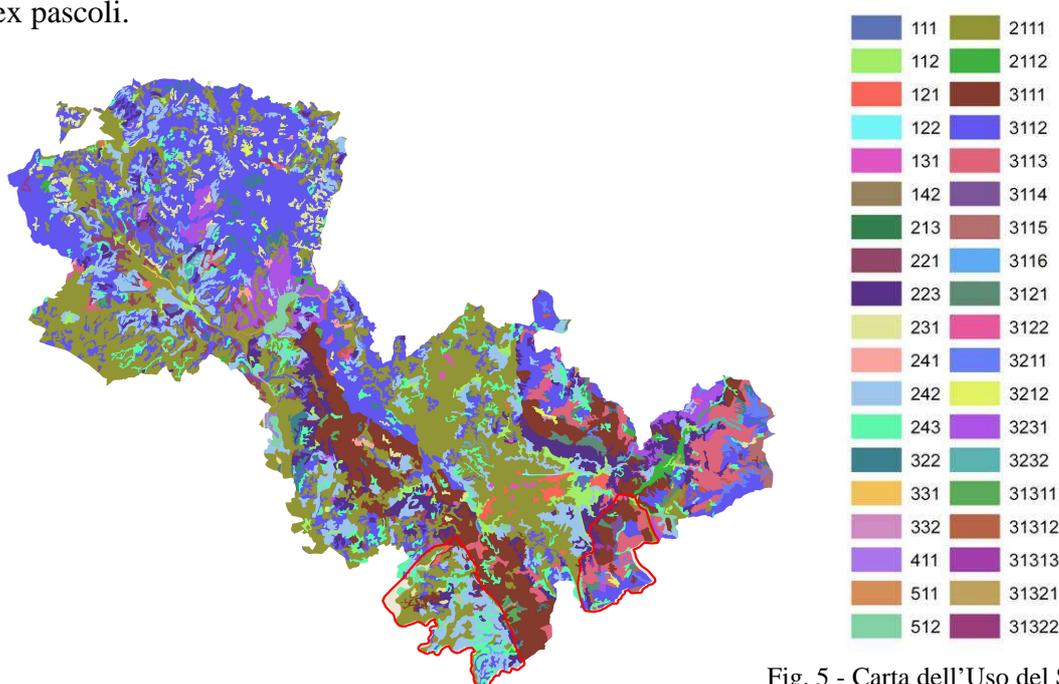


Fig. 5 - Carta dell'Uso del Suolo
(CLC, 2005)

LA REALIZZAZIONE

1.1- La Carta degli Habitat

Durante la prima fase sono stati cartografati gli habitat di due aree della provincia di Terni, occupanti rispettivamente una superficie di 11.653 ettari e di 6.726 ettari.

Per il riconoscimento degli habitat è stato adottato un metodo di fotointerpretazione a video da ortofoto ad elevata risoluzione. Infatti, data la limitata estensione di ciascuna delle due aree, questo metodo di rilevamento è stato ritenuto più idoneo a rappresentare il pattern del mosaico ambientale, rispetto ai metodi di classificazione automatica e semiautomatica delle immagini Landsat comunemente adottati. Per garantire l'omogeneità tra i dati resi nel corso di questo lavoro e quelli restituiti per le aree limitrofe mediante l'analisi di dati satellitari, i poligoni sono stati cartografati ad una scala non inferiore a 1:10.0000. L'area minima cartografabile rimane quindi pari ad 1 ettaro.

La Figure 6 rappresentano le aree cartografate, con evidenziate la Carta Geobotanica (legenda ridotta) e le principali località abitate.

Le due aree sono risultate molto diverse tra loro, essendo la prima (area A) prevalentemente interessata da coltivazioni estensive, la seconda (area B) da aree boscate. D'altra parte la diversità di paesaggio e delle risorse naturali, e quindi la diversa destinazione d'uso del suolo, è un riflesso del differente assetto geo-lito-morfologico, nonché climatico, che porta all'individuazione, per le due aree ternane, di unità fisiografiche di paesaggio distinte (vedi Fig. 4).

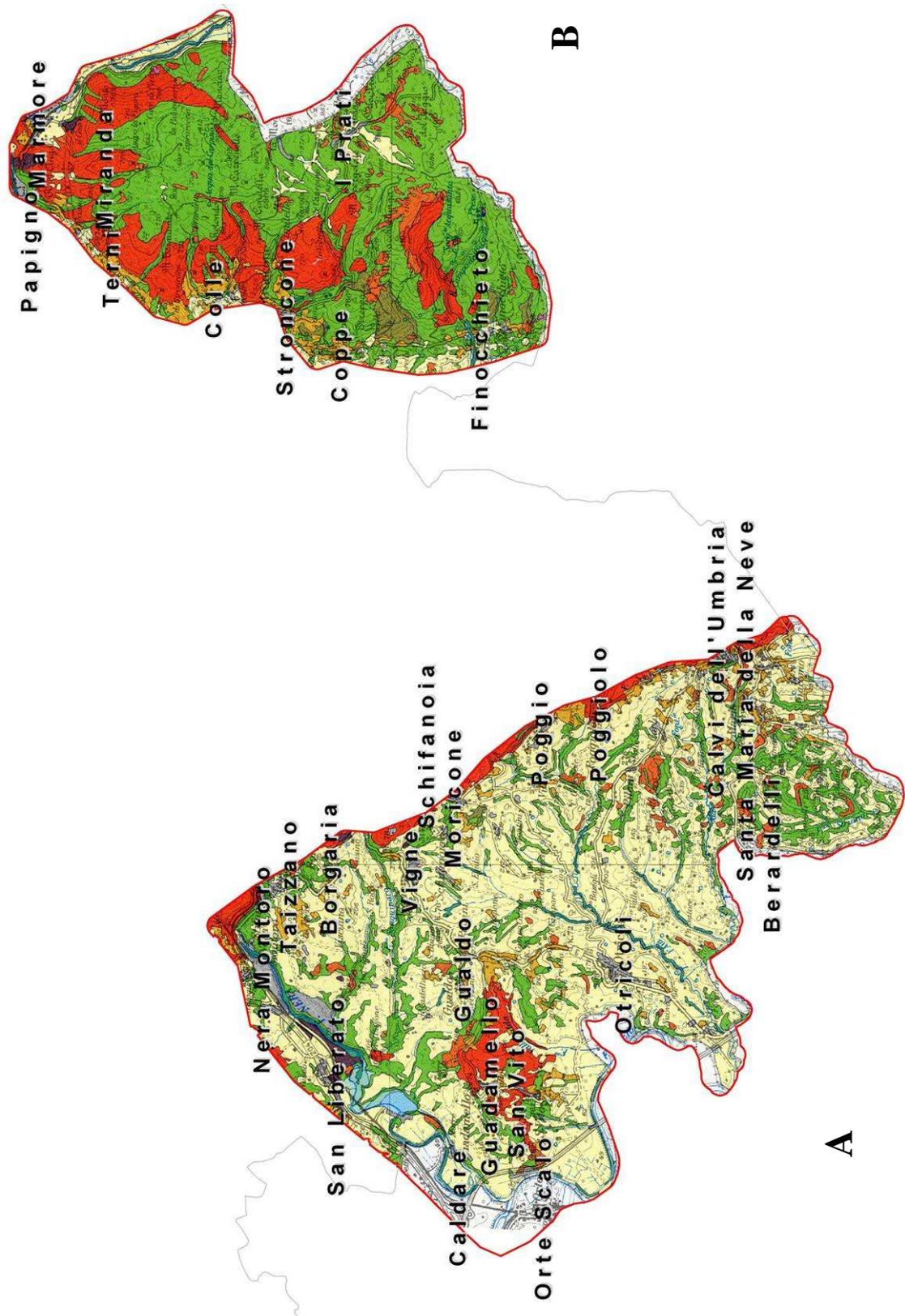


Fig. 6 - Perimetro delle aree cartografate, con evidenziate le principali classi di utilizzazione del suolo (dalla Carta Geobotanica)

1.1.1- Il contributo dei Sistemi Informativi Territoriali

I Sistemi Informativi Territoriali, coerentemente con quanto previsto dal Progetto, rappresentano lo strumento attraverso il quale è stata realizzata la Carta degli Habitat alla scala 1:50.000, su 18.351 ettari di territorio della provincia di Terni. Il software utilizzato (ArcGIS 9.2) ha consentito, non solo di ottenere un elaborato cartografico topologicamente corretto, ma anche di trattare contestualmente dati georiferiti di diversa origine e tipologia e, successivamente, di eseguire elaborazioni e calcoli per l'analisi statistica dei dati.

Il lavoro si è articolato in più fasi ed ha previsto l'impiego di diverse funzioni del software:

- mediante un processo di fotointerpretazione a video, da ortofotocarta di 1 metro x 1 metro, sono stati editati i poligoni comprendenti aree omogenee dal punto di vista vegetazionale, utilizzando le tradizionali funzioni disponibili in sessione di *editing* ;
- un codice identificativo univoco della Legenda CORINE Biotopes è stato affidato a ciascun poligono;
- la Carta degli Habitat ottenuta è stata corretta topologicamente, attivando due regole: assenza di buchi (*Must not have Gaps*) e assenza di sovrapposizioni (*Must not Overlap*).

Per garantire la coerenza del dato rappresentato con la realtà del paesaggio ternano, è stata effettuata una escursione in campo con esperti botanici, prestando particolare attenzione alle aree dubbie, di difficile interpretazione (ad esempio area umida di San Liberato, a Nord di Guadamello).

Il riconoscimento degli habitat è stato supportato dall'utilizzo di altri strati informativi:

- Carta Geobotanica alla scala 1:100.000 in formato .jpg, georeferenziata e rettificata, ottenuta da scannerizzazione ad alta risoluzione;
- Carta IGM al 25.000;
- Carta delle Unità Fisiografiche di Paesaggio alla scala 1:250.000;
- Carta dell'Uso del Suolo (Corine Land Cover) alla scala 1: 100.000.

A questo punto, si è proceduto alla fusione della carta ottenuta con la Carta degli Habitat già realizzata per altri 78.908 ettari di territorio della provincia di Terni.

È stato quindi necessario procedere alla correzione dell'area di sovrapposizione per uniformare le due carte, infine corrette topologicamente.

La Carta degli Habitat finale, relativa a circa 100.000 ettari di territorio ternano, viene mostrata in appendice con la legenda CORINE Biotops (Allegato 1).

1.1.2- Gli habitat cartografati

Nell'area indagata i boschi hanno una frequenza del 40%. Sono rappresentati prevalentemente da leccete (16,76%) e da querceti a roverella (7,98%), ma anche da cerrete e da boscaglie a *Ostrya carpinifolia* (Fig. 7). Le Leccete sono distribuite prevalentemente lungo la Dorsale calcarea Preappenninica, mentre i boschi a *Quercus pubescens* si estendono su tutta l'area indagata, ma quasi sempre in modo frammentato, a causa dell'insistenza dell'attività antropica nell'area di sua pertinenza. La forte vocazione agricola del territorio ternano (Biondi et alii, 2002), infatti, si riscontra anche nell'area indagata, dove un paesaggio prevalentemente agrario tende frequentemente a sostituirsi alla vegetazione naturale. Le cenosi forestali sono spesso intercalate a campi coltivati, che occupano nell'area ben il 42% del territorio, o a colture specializzate ad olivo (8,87%), a volte a vite (0,94%). Lo sfruttamento agricolo del territorio è quindi notevole, ma si tratta, praticamente sempre, di colture di tipo estensivo. Le formazioni arbustive ed erbacee sono spesso riconducibili a stadi di degradazione delle leccete, degli ostrieti e dei boschi decidui, nonché a fasi di incespugliamento dei terreni agricoli abbandonati.

Tra i biotopi cartografati alcuni sono riconducibili ad habitat presenti nella Direttiva 92/43/CEE o "Habitat", in quanto importanti a livello comunitario:

- 44.13 e 44.61 → 92A0
- 45.318 → 9340
- 22.1 → 3110, 3130, 3140, 3150, 3160
- 22.4 → 3150
- 24.52 → 32.70
- 34.323 e 34.326 → 6210*
- 34.5 → 6220*
- 37.4 → 6420
- 62.14 → 8210

Tra questi molti sono habitat ripariali e di acque dolci, rilevanti nel panorama delle risorse naturali, in quanto rari e particolarmente vulnerabili.

Dall'analisi del perimetro dei SIC (Siti di Importanza Comunitaria) istituiti nell'area di indagine, è emerso che solo una piccola percentuale di questi habitat, rappresentata in particolare dalle leccete, ricade al loro interno. Per garantire la conservazione di quelli non ancora sottoposti ad alcuna forma di tutela, a causa della minaccia esercitata dal contatto con le aree agricole o antropizzate, sarebbe necessario un immediato intervento.

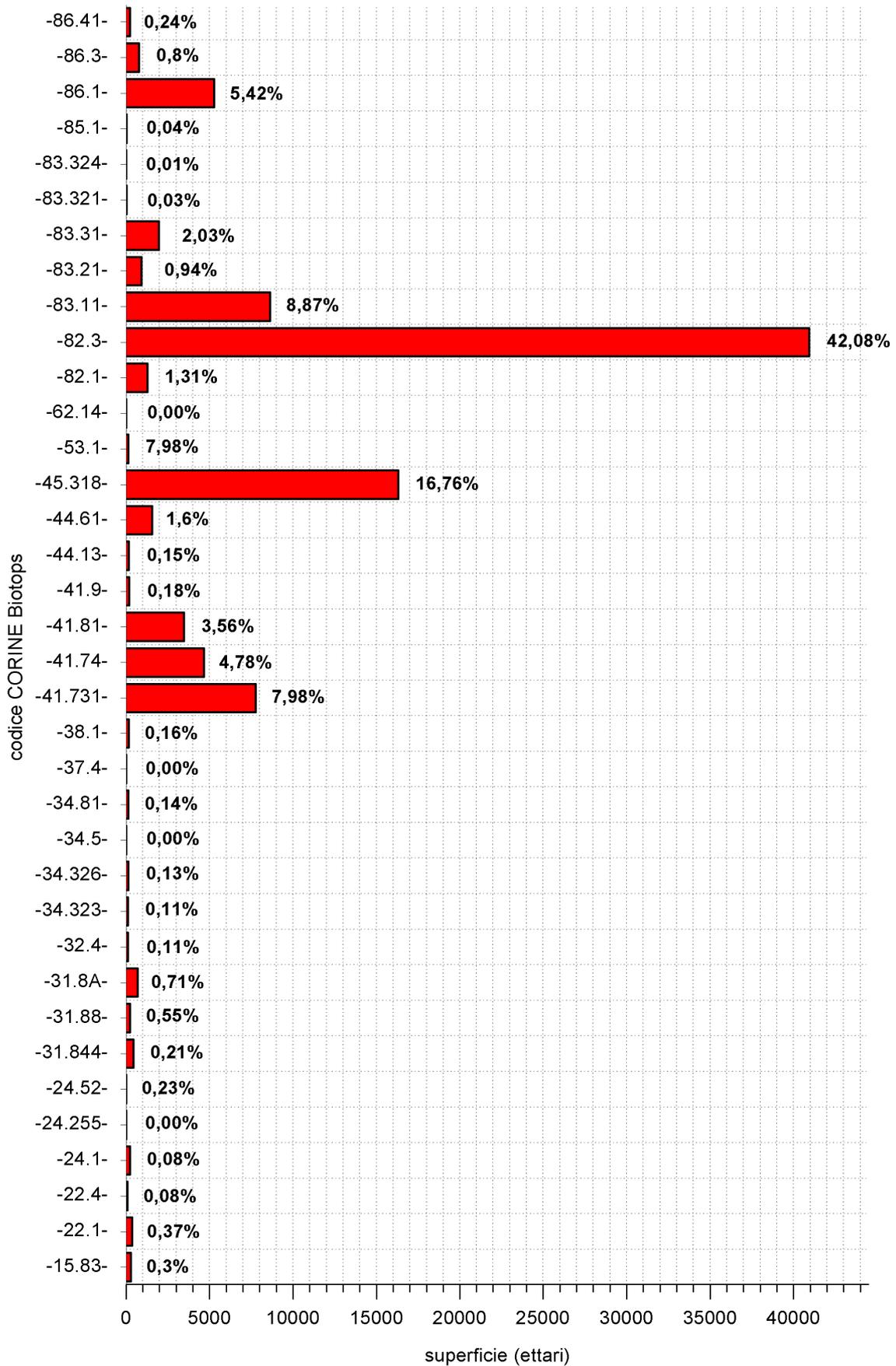


Fig. 7 - Superficie in ettari e frequenza percentuale degli Habitat cartografati

2.2- La valutazione degli habitat

Il secondo obiettivo del Progetto Carta della Natura è l'individuazione "*di valori naturali e di profili di vulnerabilità territoriale*" (L. n.394/91), da perseguire attraverso l'esecuzione di una procedura informatica nota come "valutazione degli habitat".

La Carta degli Habitat rappresenta lo strato informativo di riferimento per l'applicazione di algoritmi di calcolo di indicatori significativi alla scala 1:50.000 e reperibili e omogenei sull'intero territorio nazionale. Attraverso questi indicatori si ottengono i seguenti indici numerici complessivi: Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica. La Fragilità Territoriale deriva da una matrice dei valori di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica.

Poiché l'obiettivo di questa fase del progetto è evidenziare le emergenze naturali, gli indicatori vengono calcolati per ogni biotopo cartografato, ad eccezione dei codici CORINE Biotops 86.x e 89.x (centri urbani, aree industriali e cave), che figurano nel campo "non valutato". Per gli altri ambiti antropici, con codice 8x.x (agricolo, piantagioni, ...), vengono valorizzati solo alcuni indicatori.

É importante sottolineare che la valutazione viene effettuata su ogni singolo biotopo e non per habitat. Ne consegue che gli indici variano in rapporto alle caratteristiche di ciascun poligono.

Nei successivi paragrafi viene presentato il risultato del calcolo degli indici complessivi sulla Carta degli Habitat elaborata nel corso di questo progetto (Allegato 1), prestando particolare attenzione alle classi più significative.

2.1- Stima del Valore Ecologico

Il Valore Ecologico è la misura della qualità di un habitat dal punto di vista naturalistico. Gli indicatori utilizzati sono:

- inclusione in un SIC
- inclusione in una ZPS
- inclusione in una zona Ramsar
- inclusione in SIC-ZPS-Ramsar (media dei tre indicatori precedenti)
- inclusione nella lista degli habitat di interesse comunitario ai sensi della Dir. 92/43/CEE
- presenza potenziale di vertebrati
- presenza potenziale di flora a rischio
- ampiezza rispetto all'habitat di appartenenza
- presenza di habitat rari
- rapporto perimetro/area.

Dall'analisi della Carta del Valore Ecologico complessivo (Allegato 2) e del relativo istogramma (Fig. 8) emerge che, nel complesso, nell'area indagata sono più frequenti habitat di "basso" valore ecologico (45,21%). Gli indicatori presi in considerazione, infatti, non sono rappresentati sull'intera area e, dove assumono valore nullo, non apportano ovviamente alcun contributo al calcolo complessivo dell'indice.

Particolarmente rilevanti nel determinare una "alta" e "altissima" valenza naturale del biotopo (24,34% e 1,52% rispettivamente) sono l'ampiezza media superiore a quella dell'habitat di appartenenza, la presenza di habitat della Direttiva 92/43/CEE, la presenza di habitat rari e l'inclusione in un SIC.

Le Fig. 9 e 10 mostrano gli habitat con un valore ecologico rispettivamente "alto" e "molo alto". Più del 50% degli habitat ad "alto" valore ecologico ricade tra le "Leccete dell'Italia centrale e settentrionale", mentre tra quelli ad "altissima" valenza si rinvencono soprattutto habitat ripariali e acquatici.

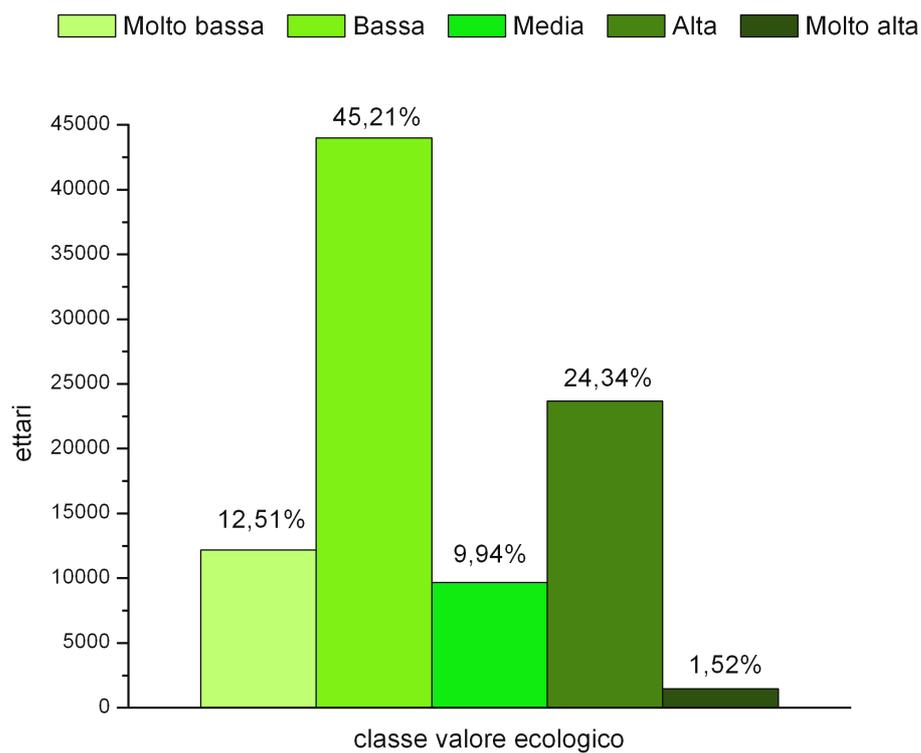


Fig. 8 - Istogramma del Valore Ecologico complessivo

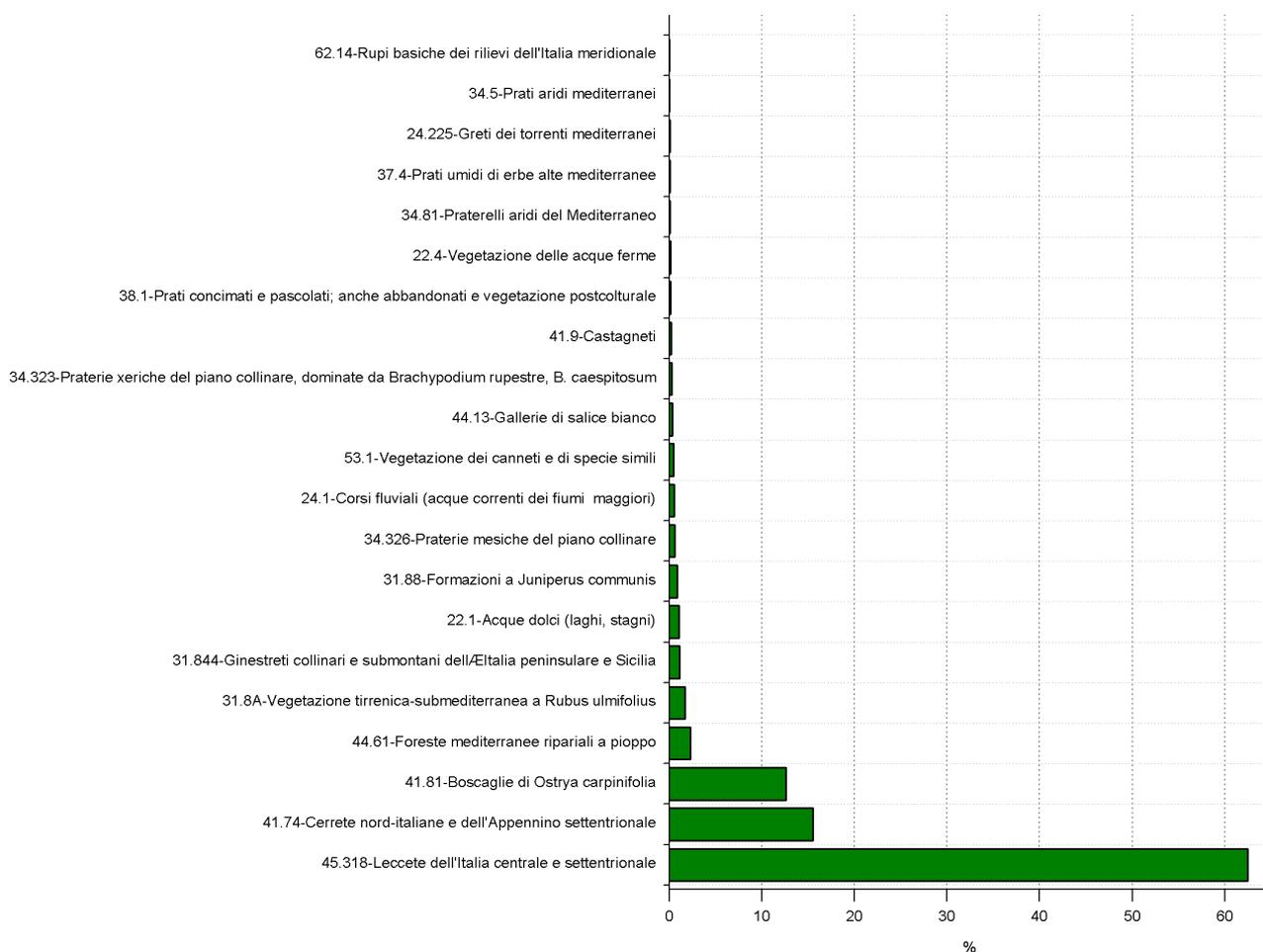


Fig. 9 - Frequenza percentuale degli habitat con Valore Ecologico alto

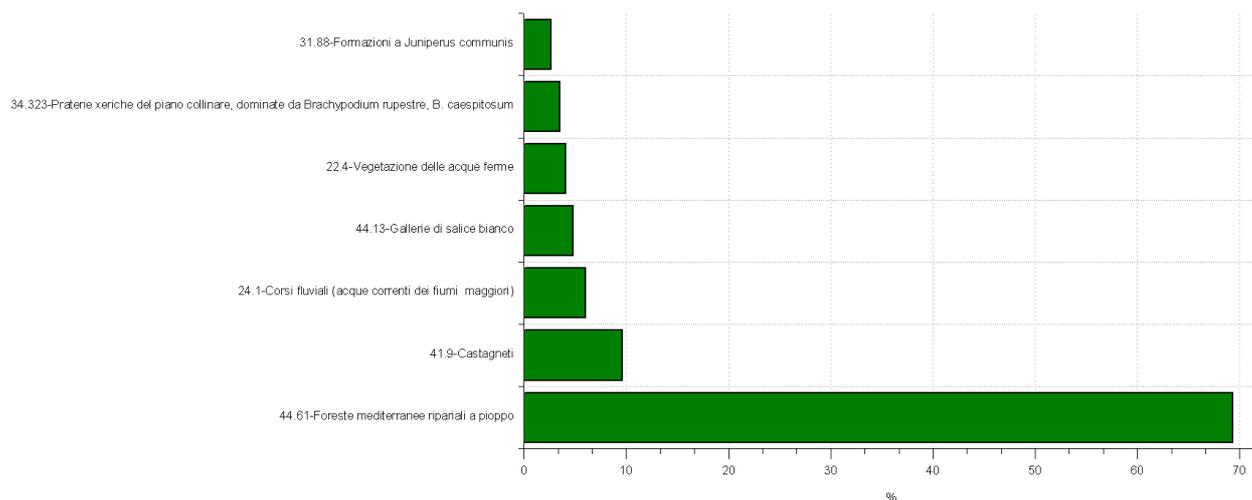


Fig. 10 - Frequenza percentuale degli habitat con Valore Ecologico molto alto

2.2- Stima della Sensibilità Ecologica complessiva

L'indice di Sensibilità Ecologica esprime la predisposizione di un habitat a subire un danno o un'alterazione a causa di diversi fattori (Allegato 2). Tali fattori sono presi in considerazione negli indicatori utilizzati:

- inclusione nella lista degli habitat di tipo prioritario (Dir. 92/43/CEE)
- presenza potenziale di vertebrati a rischio
- presenza potenziale di flora a rischio
- distanza dal biotopo più vicino appartenente allo stesso tipo di habitat
- ampiezza del biotopo
- rarità del biotopo.

La sensibilità degli habitat è dettata soprattutto dalla presenza potenziale di vertebrati a rischio di estinzione, dal grado di isolamento e dalla rarità dell'habitat.

Per il 50% (Fig.11) gli habitat non presentano elementi di vulnerabilità (classe "molto bassa"), ma tra questi ricadono solo ambiti agricoli e colturali (Fig. 12).

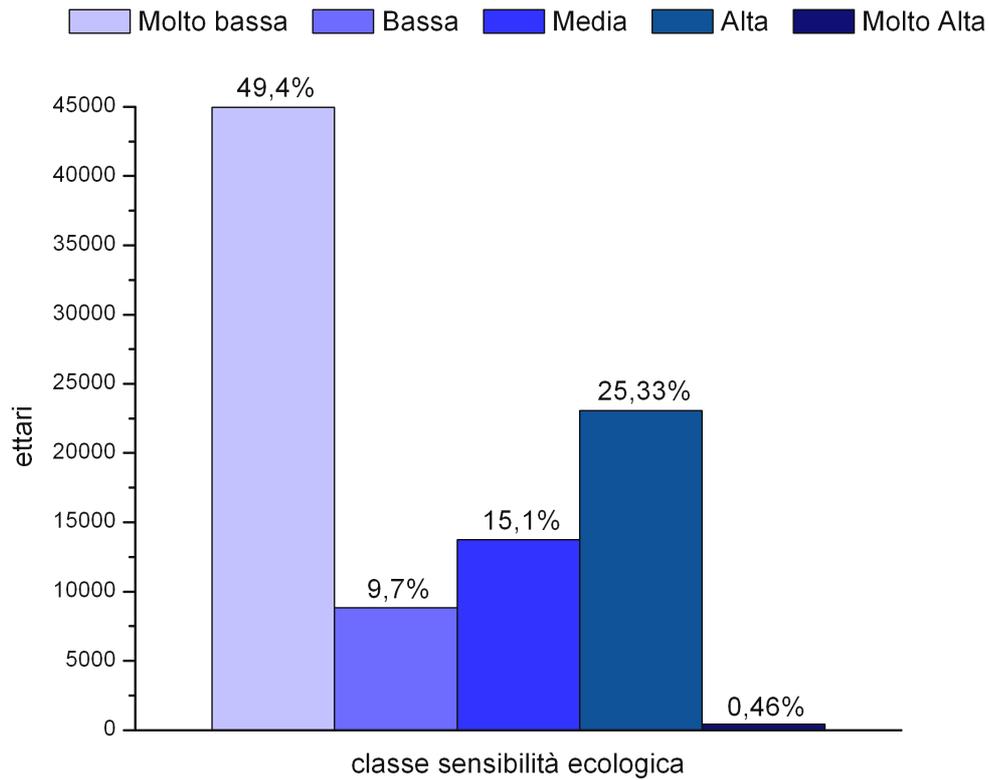


Fig. 11 - Istogramma della Sensibilità Ecologica complessiva

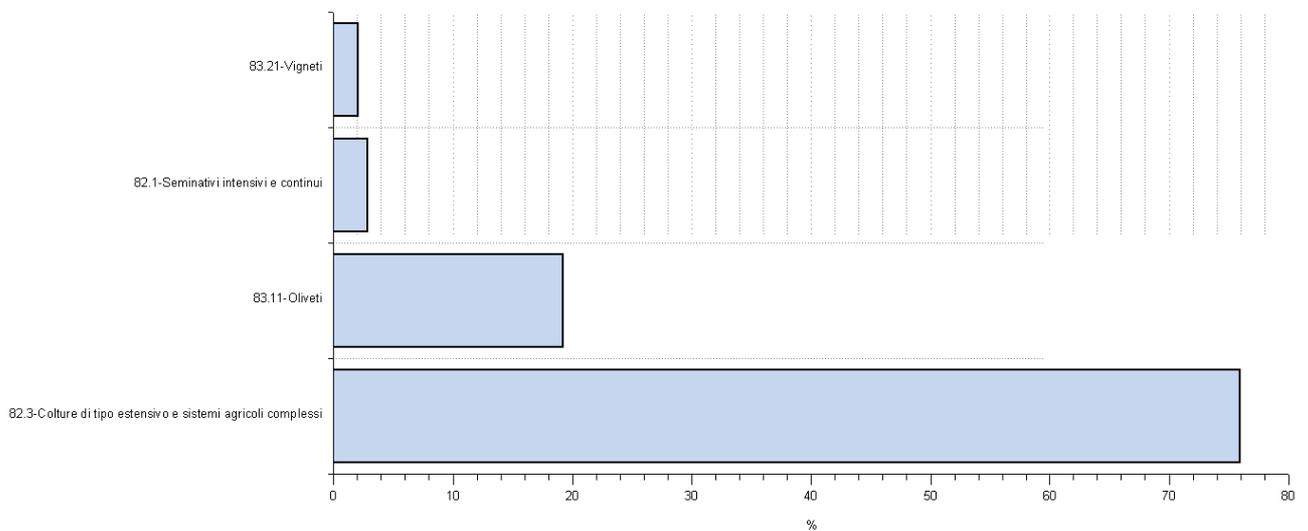


Fig. 12 - Frequenza percentuale degli habitat con Sensibilità Ecologica molto bassa

Gli habitat che presentano un valore “alto” di vulnerabilità (25,33%) (Fig. 13) rientrano in particolar modo tra le formazioni boschive, che d’altra parte, occupano circa il 40% dell’area indagata. Il dato è da correlare probabilmente all’elevata frammentazione e alla scarsa estensione delle cenosi forestali la cui continuità è spesso interrotta dalle attività agricole che tendono a sostituirsi agli ambienti naturali.

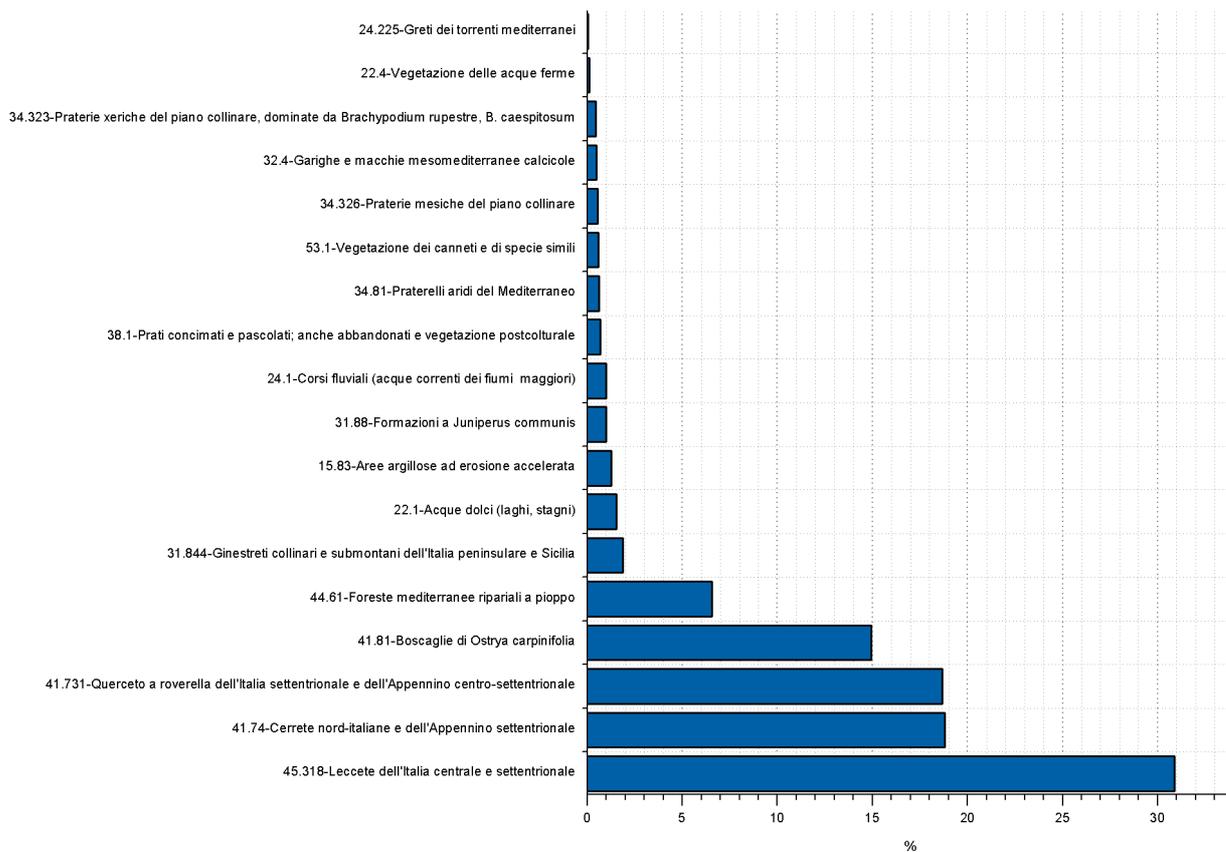


Fig. 13 - Frequenza percentuale degli habitat con Sensibilità Ecologica alta

In Fig. 14 sono riportati gli habitat con un valore “molto alto” di Sensibilità Ecologica.

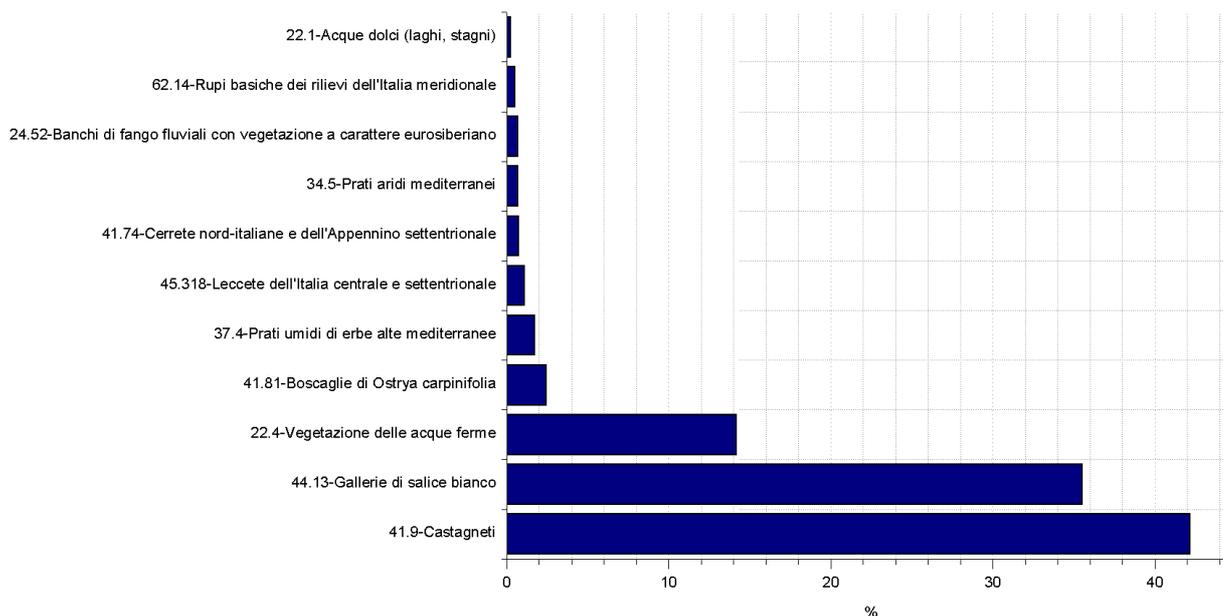


Fig. 14 - Frequenza percentuale degli habitat con Sensibilità Ecologica molto alta

2.3- Stima della Pressione Antropica complessiva

Il disturbo esercitato su un biotopo dalle attività umane e dalle infrastrutture presenti sul territorio (Allegato 4) viene stimato indirettamente attraverso i seguenti indicatori:

- grado di frammentazione del biotopo prodotto dalla rete viaria
- costrizione del biotopo
- diffusione del disturbo antropico

Oltre alla città di Terni, nell'area studiata sorgono altri grossi nuclei abitati (Narni Scalo, Narni, Amelia, San Gemini) nonché centri più piccoli (Nera Montoro, Penna in Teverina, Castel dell'Aquila, Poggio, ...). La superficie antropizzata corrisponde al 5,74% del totale, se si considerano anche cave (0,24%) e siti industriali (0,8%).

I biotopi migliori dal punto di vista ecologico sono quelli ricadenti nella classe "molto bassa", ma si tratta solo dello 0,07% della superficie totale.

Un valore "medio" di pressione antropica (Fig.15 e 16) si riscontra su quasi tutto il territorio (72,8%), soprattutto a causa del contatto con le aree agricole che permeano l'intera area, provocando un effetto di "costrizione del biotopo".

Le città più grandi, in quanto centro nevralgico degli scambi commerciali e quindi punto di incontro della rete viaria, rappresentano il nucleo dal quale si dirama il disturbo più intenso. È infatti attorno a Terni che si localizzano i biotopi che subiscono una pressione antropica "molto alta" (Fig. 15 e 18), pari tuttavia a solo lo 0,63% del territorio. Più esteso è il disturbo classificato come "alto"(11,33%) (Fig.15 e 17), il quale anche in questo caso ha origine dai centri abitati più grandi nonché dalla presenza di infrastrutture varie (strade, attività industriali). In particolare, subisce l'influenza di Terni il settore a SW della città, non a caso in corrispondenza della rete stradale tra Terni e Narni.

Le aree lontane dai centri abitati, o in prossimità di quelli più piccoli, e non attraversate dalla rete viaria (frazioni de I Prati e di Finocchietto nel comune di Stroncone e comune di Montecchio) presentano un basso impatto antropico (classe "bassa" 15,14%)

La percentuale più alta dei biotopi colpiti da Pressione Antropica "media" e "alta" corrisponde ai sistemi agricoli che, d'altra parte, come precedentemente detto, si estendono su tutta l'area. Inoltre, anche in questo contesto la frammentazione del territorio si configura come un elemento importante nel contribuire a determinare un "alto" e "altissimo" livello di disturbo sulle aree boscate, in particolare sui boschi a *Quercus pubescens*, inframezzati alle coltivazioni.

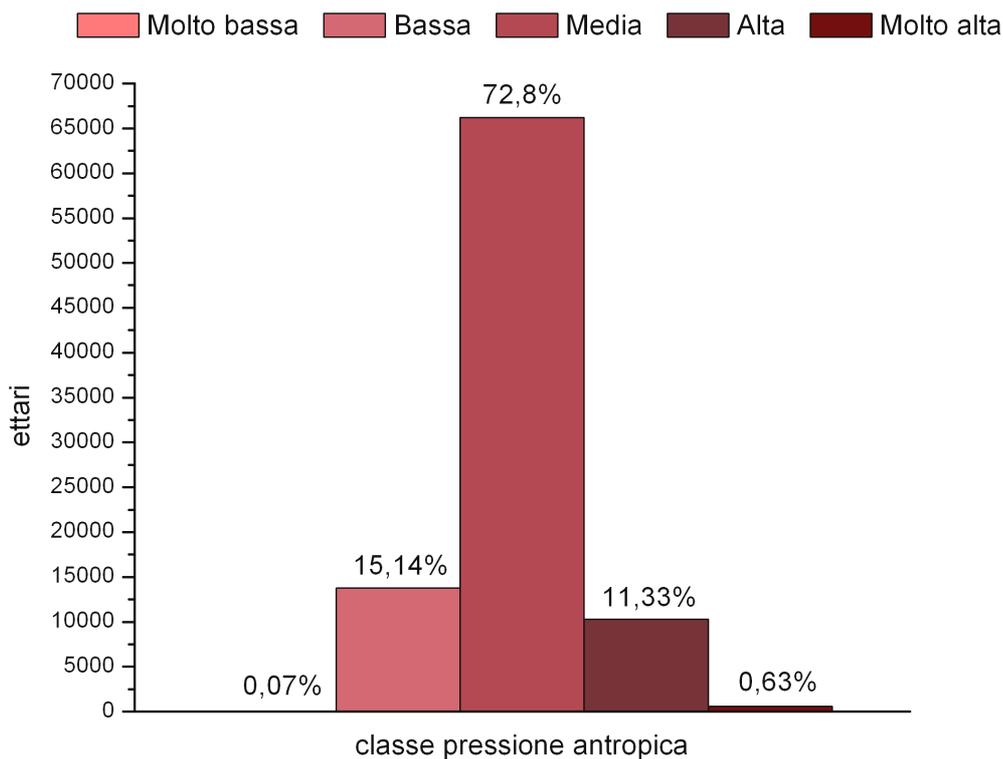


Fig. 15 - Istogramma della Pressione Antropica complessiva

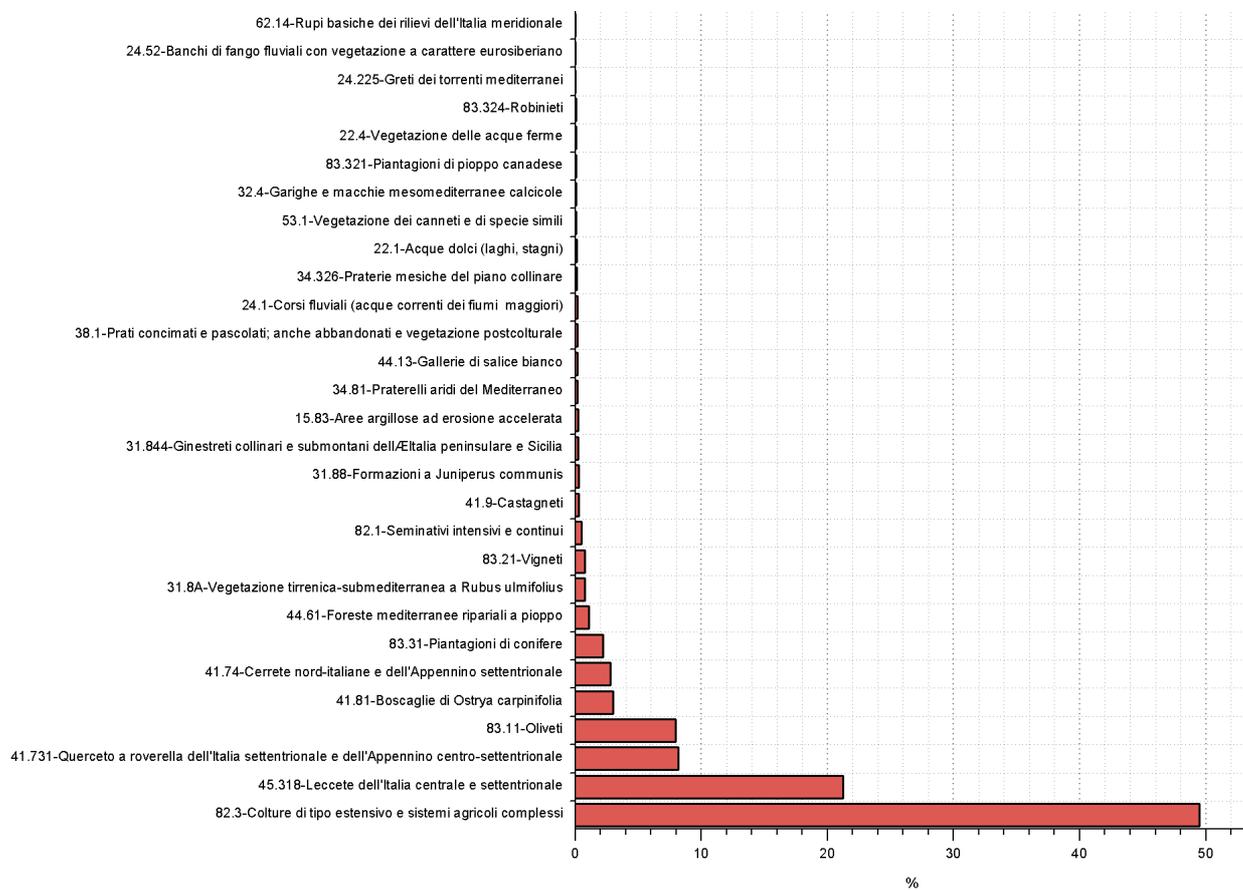


Fig. 16 - Frequenza percentuale degli habitat con Pressione Antropica media

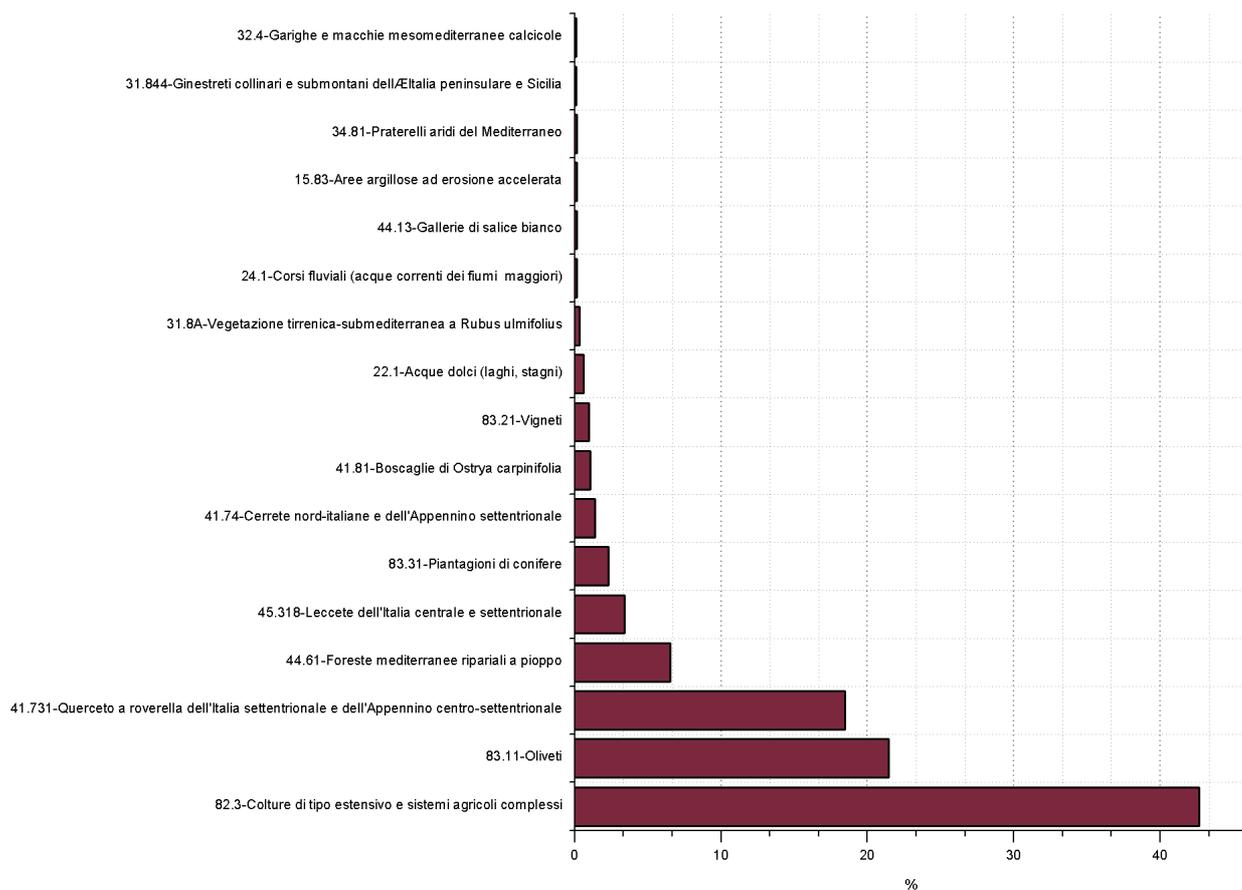


Fig. 17 - Frequenza percentuale degli habitat con Pressione Antropica alta

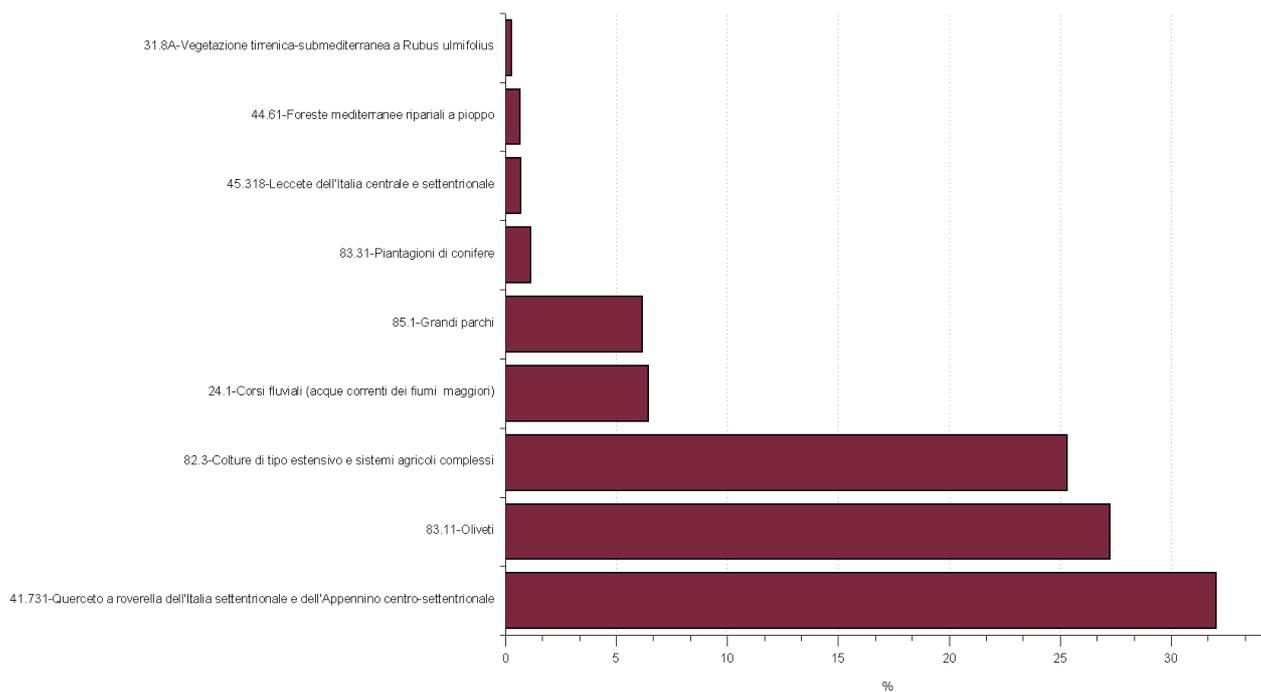


Fig. 18 - Frequenza percentuale degli habitat con Pressione Antropica molto alta

2.4- Stima della Fragilità Ambientale

La Fragilità Ambientale (Allegato 5) non deriva dall'applicazione di algoritmi di calcolo, ma dalla combinazione della Pressione Antropica con la Sensibilità Ecologica, secondo una matrice che mette in relazione le rispettive classi.

La Fig. 19 mostra la distribuzione dei valori Fragilità Ambientale nelle diverse classi. Come nei casi precedenti, alle classi estreme sono associate le informazioni più significative.

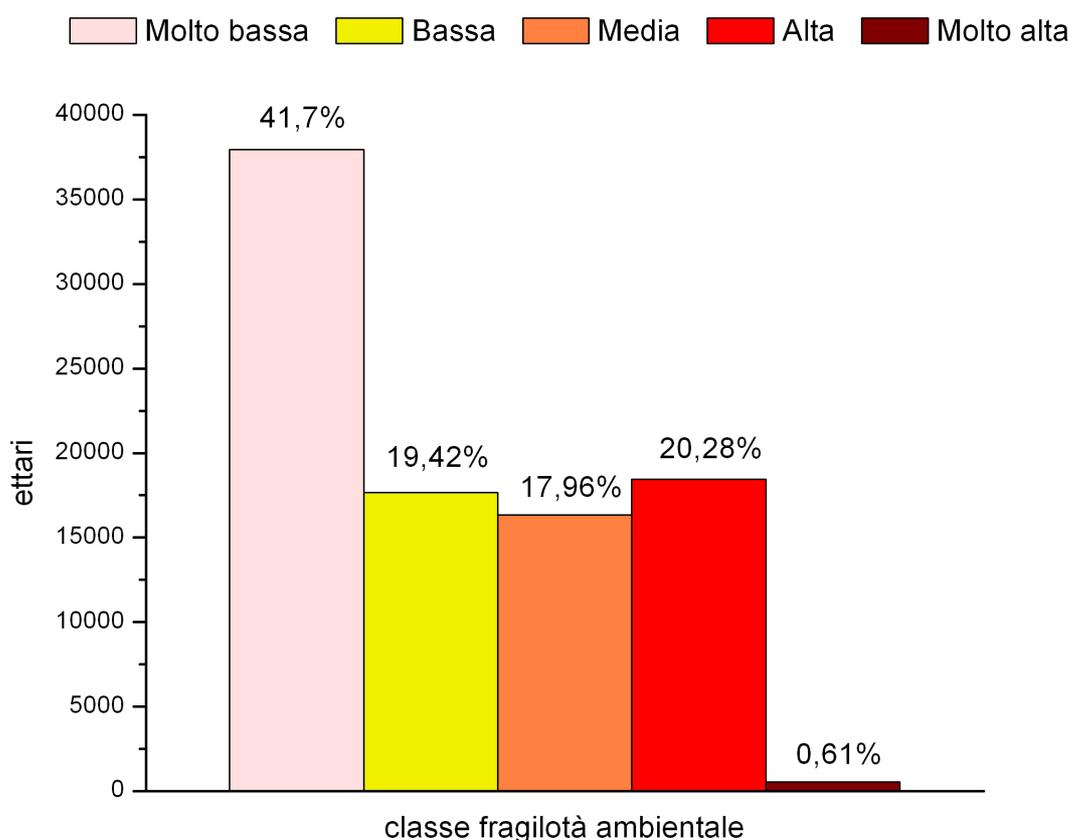


Fig. 19 - Istogramma della Fragilità Ambientale

I biotopi migliori, dal punto di vista ecologico, ricadono nella classe “molto bassa”, corrispondente a ben il 41,7 % di quelli rappresentati, ma si tratta prevalentemente di campi coltivati. I biotopi “fragili” (classe “alta”) (Fig. 20) sono invece prevalentemente i boschi: leccete, querceti a roverella, ostrieti e cerrete, ma anche foreste mediterranee a pioppo. Tra quelli che presentano un livello di fragilità altissima (Fig. 21) compaiono anche i castagneti e le gallerie a salice bianco.

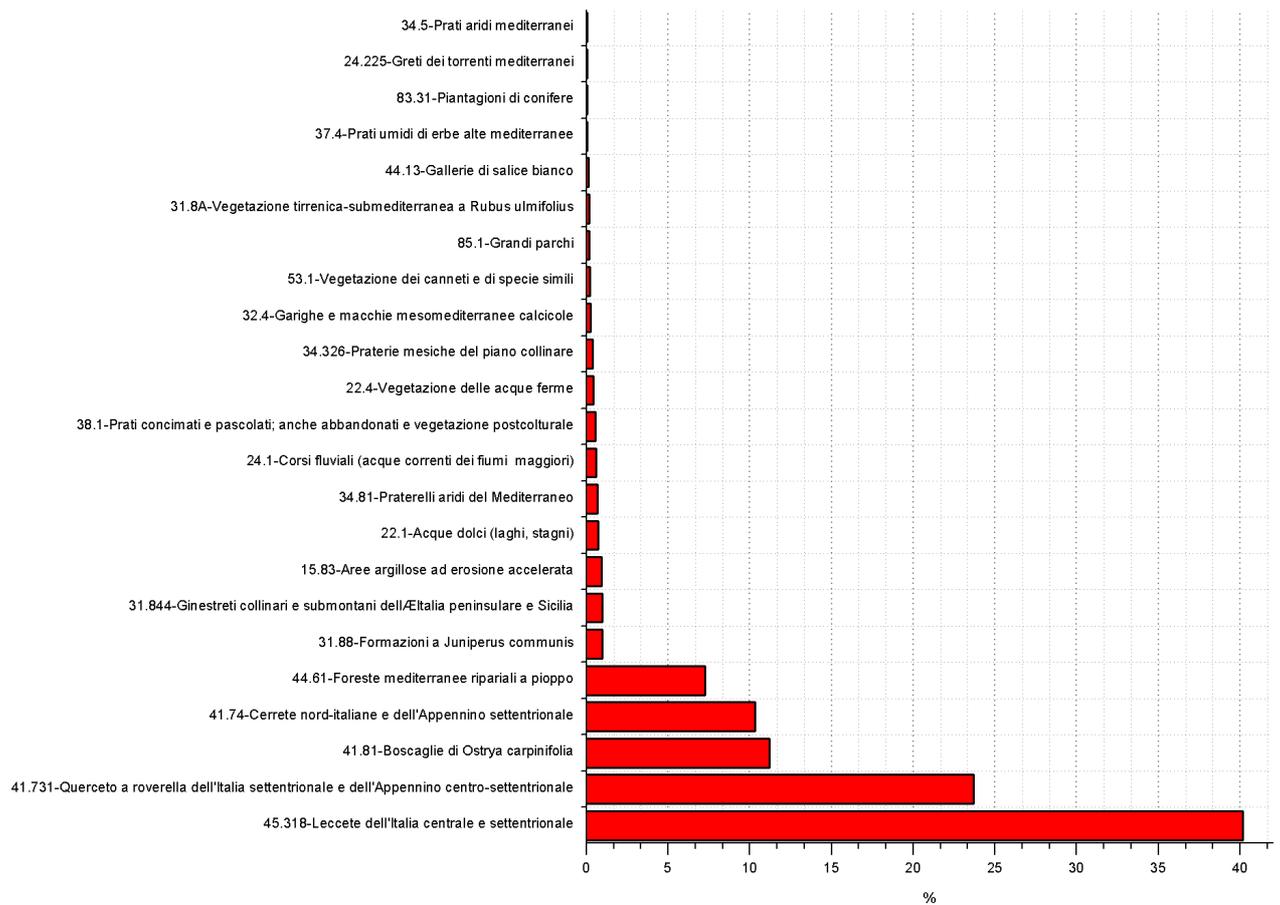


Fig. 20 - Frequenza percentuale degli habitat con Fragilità Ambientale alta

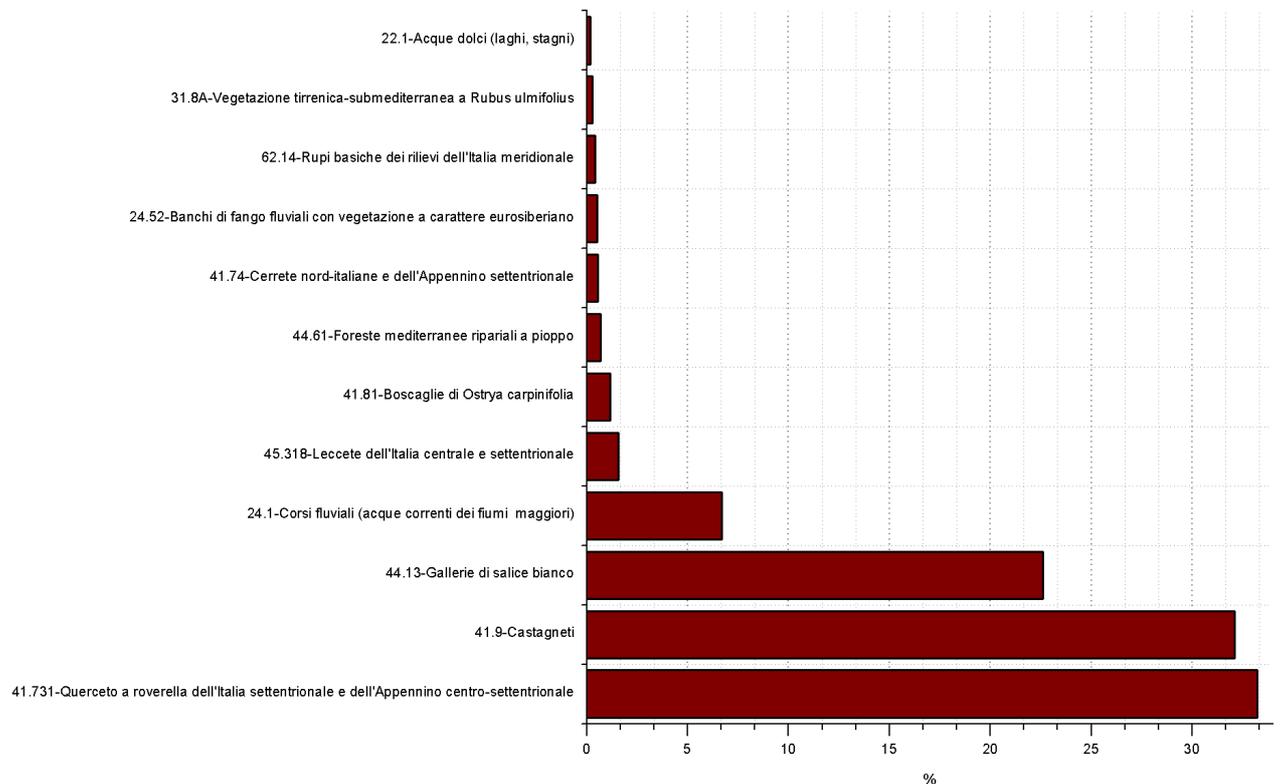


Fig. 21 - Frequenza percentuale degli habitat con Fragilità Ambientale molto alta

Tra i biotopi ad alto valore ecologico e al tempo stesso ad alta fragilità, prevalgono i castagneti, le gallerie a salice bianco, i corsi fluviali, i querceti a roverella, le foreste mediterranee ripariali a pioppo, le leccete dell'Italia centrale e settentrionale. Tra questi solo il 21,95% ricade all'interno di aree protette. Per la conservazione di quelli non ancora sottoposti a tutela, sarebbe necessario adottare immediati provvedimenti.

CONCLUSIONI

L'esperienza di stage, nell'ambito della quale è stato realizzato questo lavoro, ha offerto la possibilità di contribuire alla realizzazione del Progetto Carta della Natura, applicandone la metodologia su un'area dell'Umbria meridionale non ancora studiata.

Dall'analisi della cartografia prodotta emergono alcuni risultati importanti che possono essere utilizzati per migliorare la gestione delle risorse naturali nell'area indagata.

Particolarmente importante è il dato relativo alle aree meritevoli di conservazione ma non ancora sottoposte a vincoli di tutela ambientale. Si tratta di circa l'80% dei biotopi ad elevato valore ecologico e alta fragilità ambientale, che, se non salvaguardati rischiano di scomparire nell'area in esame. Tra questi ricadono principalmente ambiti boschivi (castagneti, gallerie a salice bianco, querceti a roverella, foreste mediterranee ripariali a pioppo, leccete) minacciati soprattutto dalla frammentazione degli habitat, spesso interrotti dalle coltivazioni.

La pressione esercitata sul territorio dall'uomo e dalle sue attività, infatti, se dipende dai nuclei urbani più estesi, in particolare dalle città di Terni e Narni Scalo, e dalla rete viaria che da tali centri veicolano il disturbo lungo direttive sparse per il territorio, in parte è anche imputabile all'estensione della superficie agricola che occupa il 42% dell'area studiata.

Lo strumento ottenuto, applicando la metodologia del Progetto "Carta della Natura", si conferma perciò utile sia per l'approfondimento offerto sulle conoscenze naturalistiche del territorio, sia come strumento di pianificazione territoriale.

La Carta degli Habitat redatta rappresenta quindi un mezzo importante per l'individuazione di obiettivi prioritari di conservazione, in particolare grazie al calcolo degli indici che classificano i biotopi in funzione del loro valore ecologico e della loro fragilità.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., in via di pubblicazione. *Il progetto Carta della Natura. Linee guida per la cartografia e valutazione degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA.
- AA.VV., 2000. *Carta dell'Uso del Suolo. Manuale d'interpretazione delle classi*. Regione Lazio, 2000.
- Biondi E., Calandra R., Gigante D., Pignattelli S., Rampiconi E., Venanzoni R., 2002. *Il paesaggio della provincia di Terni*. Università di Perugia, Terni 2002.
- AA.VV., 2003a. *Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase*. Documento redatto dall'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Apicoltura per il Ministero per le Politiche Agricole e Forestali nell'ambito del progetto "Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC)". CFS, Corpo Forestale dello Stato, 2003.
- AA.VV., 2003b. *il Progetto Carta della Natura alla scala 1:250.000. Metodologia di realizzazione*. APAT, 17/2003.
- AA.VV., 2004a. *Carta della Natura alla scala 1:50.000. Metodologia di realizzazione*. APAT, 30/2004.
- AA.VV., 2004b. *Carta della Natura e Biodiversità nelle Aree Naturali Protette: il Parco nazionale Dolomiti Bellunesi*. APAT, 56/2005.
- AA.VV., 2004c. *Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria*. ARPA Umbria e AUR (Agenzia Umbria Ricerche), Perugia, ottobre 2004.
- AA.VV., 2004d. *Natura 2000. Strategia dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità*. Servizi editoriali WWF Italia.
- AA.VV., 2005a. *Carta della Natura e Biodiversità nelle Aree Naturali Protette: il Parco di Paneveggio-Pale di San Martino*. APAT, 46/2004.
- AA.VV., 2005b. *La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000*". APAT-Rapporti 61/2005.