

GUGLIELMO LONDI, GUIDO TELLINI FLORENZANO, TOMMASO CAMPEDELLI,
SIMONETTA CUTINI & BRUNO MASSA

LE ZONE ORNITOLOGICHE DELLA SICILIA: UN METODO PER L'INDIVIDUAZIONE OGGETTIVA DI ECOREGIONI

RIASSUNTO

Gli autori presentano una zonizzazione ecologica della Sicilia costruita in maniera oggettiva su base ornitologica con i dati sulla distribuzione delle specie nidificanti raccolti nei periodi 1979-1984, 1985-1992 e 1993-2006. Le maglie quadrate 10x10 km in cui erano riportati i dati originali sono state raggruppate con una cluster analysis sulla base della somiglianza della comunità ornitica nidificante, utilizzando le specie indicatrici per individuare il livello ottimale di raggruppamento che caratterizza ciascun gruppo e, insieme alle categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche prevalenti al loro interno, i caratteri ecologici principali di ciascun gruppo. Sono state individuate nel complesso sette zone ornitologiche: (1) isole circumsiciliane, (2) pianure costiere mediterranee, (3) sistemi agricoli mediterranei della vite, (4) sistemi agricoli mediterranei steppici, (5) sistemi agricoli mesomediterranei (6), montagne mesomediterranee e (7) montagne temperate. La zona (1) risulta ben caratterizzata da uccelli marini (*Calonectris diomedea*, *Puffinus yelkouan*, *Hydrobates pelagicus melitensis*) e specie legate a scogliere ed ambienti rocciosi (*Falco eleonora*, *Falco peregrinus*, *Monticola solitarius*). La zona (2) è caratterizzata da specie legate ai litorali (*Charadrius alexandrinus*) o agli ambienti umidi (es.: *Himantopus himantopus*, *Ixobrychus minutus*, *Anas platyrhynchos*) e comprende, in sostanza, ambienti prevalentemente costieri, pianeggianti e non aridi, anche coltivati (*Cisticola juncidis*). Carattere decisamente agricolo hanno le zone (3), (4) e (5), con la zona (3) priva di specie indicatrici e che comprende i sistemi più poveri dal punto di vista ornitologico e la zona (4) invece, che include le aree con carattere più steppico (specie indicatrici: *Sturnus unicolor*, *Falco biarmicus*, *Burhinus oedicephalus*). La zona (6) è quella più eterogenea, caratterizzata da moltissime specie indicatrici, legate alle rupi (*Neophron percnopterus*, *Aquila chrysaetos*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*), alle aree aperte (*Alauda arvensis*, *Lullula arborea*, *Anthus campestris*) con alberi sparsi (*Lanius senator*), ai boschi (*Turdus viscivorus*, *Certhia brachydactyla*); molte di queste specie sono di elevato interesse (es.: *Milvus milvus*, *Milvus migrans*), indicando la grande importanza conservazionistica di questa zona ornitologica. La zona (7) è ben caratterizzata da specie legate al bosco e a climi freschi (*Phylloscopus collybita*, *Periparus ater*, *Poecile palustris siculus*, *Sitta europaea*). In generale le zone ornitologiche mostrano una corrispondenza molto limitata con zonizzazioni su base fitoclimatica e

una maggiore corrispondenza invece con le classificazioni dei sistemi di paesaggio che includono anche gli aspetti dell'azione storica dell'uomo sul territorio.

SUMMARY

Ornithological zones in Sicily: a method for the objective identification of ecoregions. Authors present the ecological zoning of Sicily, objectively based on distribution data of breeding birds collected on 1979-1984, 1985-1992 and 1993-2006. By a cluster analysis, cells of 10x10 km containing original data were grouped on the basis of similarity of breeding bird communities; the indicator species were used to set the optimal level of grouping and main ecological characters of each group, together with some categories within them (e.g., land use, phytoclimatic, geological). This consented to identify on the whole seven ornithological zones: (1) circumsicilian islands, (2) coastal mediterranean plains, (3) grapevine mediterranean systems, (4) steppic mediterranean agrosystems, (5) mesomediterranean agrosystems (6), mesomediterranean mountains and (7) temperate mountains. The zone (1) is clearly characterized by the presence of marine birds (*Calonectris diomedea*, *Puffinus yelkouan*, *Hydrobates pelagicus melitensis*) and species linked to cliffs and rocky habitats (*Falco eleonorae*, *Falco peregrinus*, *Monticola solitarius*). The zone (2) is characterized by species associated with sandy coast (*Cbaradrius alexandrinus*) or wetlands (e.g., *Himantopus himantopus*, *Ixobrychus minutus*, *Anas platyrhynchos*) and includes coastal, flat and not arid habitats, also cultivated (*Cisticola juncidis*). Zones (3), (4) and (5) show agricultural characters; the zone (3) does not contain indicator species and includes the poorest systems from the ornithological point of view; on the contrary the zone (4) covers more or less steppic areas (indicator species: *Sturnus unicolor*, *Falco biarmicus*, *Burhinus oedicephalus*). The zone (6) is the most heterogeneous, very characterized by indicator species, linked to cliffs and rocks (*Neophron percnopterus*, *Aquila chrysaetos*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*), openlands (*Alauda arvensis*, *Lullula arborea*, *Anthus campestris*), with scattered trees (*Lanius senator*), and woodlands (*Turdus viscivorus*, *Certhia brachydactyla*); some of these species have high conservationistic interest (e.g., *Milvus milvus*, *Milvus migrans*), and show the high conservationistic importance of this zone. The zone (7) is well characterized by woodland species, associated with cool climate (*Phylloscopus collybita*, *Periparus ater*, *Poecile palustris siculus*, *Sitta europaea*). Altogether, ornithological zones have a limited relation with phytoclimatic zones, but they show a higher relation with some landscape system classifications, that take into account also the historic effects of human being on the territory.

INTRODUZIONE

Col termine “ecoregione” si indica una “porzione relativamente ampia di territorio che contiene un preciso insieme di comunità naturali e condivide la grande maggioranza delle specie, delle dinamiche e delle condizioni ambientali” (DINERSTEIN *et al.*, 2000). Il termine è entrato ampiamente in uso, spesso in sistemi gerarchici di zonizzazione nei quali individua un preciso livello (JEPSON & WHITTAKER, 2002), ma conserva comunque un significato più ampio e generico, svincolato da una precisa scala spaziale (OMERNIK & BAILEY, 1997), che indica, a un livello che può essere “globale, continentale, regionale e locale”, una “ampia area della superficie terrestre ecologicamente omogenea” (BLASI *et al.*, 2010). Il concetto di ecoregione inoltre porta spesso

con sé una valenza pratica e applicativa: il territorio di una ecoregione dovrebbe avere “le stesse capacità e le stesse potenzialità anche dal punto di vista gestionale” (CLELAND *et al.*, 1997).

Fin dagli anni ‘70 del ‘900, furono individuate dalla International Union Conservation Nature (IUCN), a scala di intero globo terrestre, delle ecoregioni che dovevano rappresentare uno strumento per le politiche di conservazione (UDVARDY, 1975) e altri esempi di zonizzazioni sempre a scala planetaria o continentale, basate su principi differenti, sono stati elaborati negli anni successivi (BAILEY & HOGGS, 1986; OMERNIK, 1995; BAILEY, 1998; RICKETTS *et al.*, 1999; OLSON *et al.*, 2001); uno di questi sistemi costituisce la base per le strategie di conservazione del WWF (OLSON & DINERSTEIN, 2002). Nonostante alcune esperienze positive, vi sono comunque non poche complicazioni nell’applicazione pratica di simili classificazioni, in particolare quando si scende a scale di maggiore dettaglio, ad esempio nazionali o regionali (OMERNIK & BAILEY, 1997; JEPSON & WHITTAKER, 2002). Nondimeno, un approccio di tipo ecosistemico che porta ad una classificazione ecologica del territorio, con l’individuazione e la delimitazione nello spazio di unità ecologicamente omogenee, rimane largamente accettato ed è adottato da molti organismi, governativi e non (BLASI *et al.*, 2010).

Per quanto riguarda l’Italia, è stata recentemente proposta una zonizzazione ecologica (BLASI *et al.*, 2010), inclusa in una più vasta classificazione a livello europeo e basata essenzialmente su criteri fitoclimatici e vegetazionali (BIONDI *et al.*, 2006; BLASI, 2010). Il sistema gerarchico di BLASI *et al.* (2010) riconosce due divisioni, la temperata e la mediterranea, all’interno delle quali sono individuate nel complesso 13 province a loro volta costituite da 33 sezioni e 80 sottosezioni.

In un approccio come questo, che utilizza in ultima istanza il clima e la vegetazione potenziale come determinanti, non è preso in considerazione in maniera diretta l’aspetto faunistico. Il confronto tra le ecoregioni di BLASI *et al.* (2010) e una classificazione (non gerarchica) basata su una grande mole di dati distributivi riguardanti tutta la fauna italiana (STOCH, 2006) rivela alcuni aspetti in comune, almeno per i pattern generali, ma mette in luce anche discrepanze che indicano come la distribuzione della fauna possa seguire schemi differenti. Differenze ancor più evidenti rivela il confronto con un’altra zonizzazione ecologica dell’Italia costruita sempre su base esclusivamente faunistica, con i dati degli uccelli nidificanti del progetto MITO2000 (LONDI *et al.*, 2010; CECERE *et al.*, 2011). Sembra pertanto opportuno, qualora se ne voglia fare un uso pratico per obiettivi specifici riguardanti la fauna in generale o parte di essa, almeno verificare che classificazioni e zonizzazioni ecologiche costruite con criteri che non includono elementi zoogeografici, siano coerenti con questi ultimi.

La metodologia ecoregionale utilizzata dal WWF Italia per l'individuazione di aree strategiche per la conservazione (BULGARINI *et al.*, 2006a), elaborata nell'ambito di una più ampia strategia per la biodiversità nell'ecoregione mediterranea centrale (BULGARINI *et al.*, 2006b) e che ha anche una importante valenza applicativa, ha in effetti tenuto in elevata considerazione anche gli aspetti faunistici. Questo approccio ha utilizzato come base di suddivisione geografica le unità di paesaggio italiane definite sulla base del Corine Land Cover (BARBATI *et al.*, 2004), quindi priva inizialmente di elementi che riguardassero direttamente la fauna, a ciascuna delle quali è stata "ripodata" l'informazione, derivata da banche dati di vario tipo, relativa a una serie di temi chiave per la conservazione, molti dei quali riguardanti appunto la fauna (ad es. migrazione di rapaci e passeriformi, avifauna nidificante, mammalofauna, anfibi e rettili endemici ecc.) al fine di evidenziare appunto zone nel complesso più importanti per la conservazione nell'Italia peninsulare e insulare e in Corsica (BULGARINI *et al.*, 2006a, 2006b).

In considerazione di questi elementi, possono risultare in generale utili zonizzazioni costruite in maniera del tutto oggettiva a partire da dati di distribuzione di taxa animali che costituiscono da un lato una verifica di altre classificazioni e dall'altro uno strumento alternativo da impiegare nei campi ove altre classificazioni si dimostrino poco coerenti.

Le stesse problematiche si ripropongono per zonizzazioni a scala più di dettaglio. Per quanto riguarda la Sicilia, alcune zonizzazioni direttamente derivate da quelle nazionali, come ad esempio quelle fitoclimatiche e vegetazionali (BLASI, 2010), o la stessa classificazione in ecoregioni di BLASI *et al.* (2010) che riconosce appunto per la Sicilia, interamente inclusa nella divisione temperata, otto sezioni afferenti a sei diverse province, hanno un livello di dettaglio sufficiente per un impiego anche a scala regionale. Specificamente elaborate per la Sicilia, oltre a carte di tipo esclusivamente climatico (DRAGO, 2005), esistono almeno un paio di zonizzazioni, entrambe di tipo non gerarchico, che hanno lo specifico scopo di individuare aree omogenee dal punto di vista ecologico anche se con obiettivi ed in ambiti piuttosto precisi e ristretti. Una è la carta dei macro-paesaggi (HOFMANN *et al.*, 2011, riportata anche in BARBERA & CULLOTTA, 2012) costruita sostanzialmente sulla base dell'uso del suolo; l'altra è la carta delle aree ecologicamente omogenee (MAETZKE *et al.*, 2008), finalizzata essenzialmente alla pianificazione delle attività selvicolturali (rimboschimenti, arboricoltura da legno) e ottenuta dalla combinazione di cartografie litologiche, bioclimatiche e di uso del suolo. In alcuni lavori sull'avifauna siciliana sono state utilizzate delle suddivisioni dell'Isola (IAPICHINO & MASSA, 1989; IAPICHINO & CORSO, 1998) che sono però solo zonizzazioni di massima, su base esclusivamente geografica. Anche per quanto riguarda la Sicilia dunque mancano del tutto zonizzazioni costruite con

approcci che tengano in considerazione in maniera diretta e oggettiva gli aspetti faunistici.

In questo lavoro proponiamo, un approccio che delinea una zonizzazione non gerarchica, costruita con metodi di classificazione automatici, a partire dalla distribuzione reale degli uccelli nidificanti, raggruppando le unità di territorio che ospitano comunità ornitiche simili.

Gli uccelli nidificanti sono una categoria che, anche per una serie di motivazioni essenzialmente pratiche, si prestano particolarmente a elaborazioni di questo tipo in quanto:

i) sono molti, 155 specie in Sicilia, contro ad esempio le sole 23 specie di mammiferi (più 20 specie di chiroteri dei quali però la distribuzione sul territorio regionale non è sufficientemente conosciuta), le 24 di rettili e soltanto 5 di anfibi (AA.VV., 2008). Gli uccelli risultano poi anche ben distribuiti, mediamente 48 specie nidificanti, contro circa 3 di anfibi, 8 di rettili e 10 di mammiferi (esclusi i chiroteri) in ciascuna unità di campionamento del recente Atlante dei vertebrati (SARÀ *et al.*, 2011); questo gruppo ha quindi un “potere risolutivo” maggiore rispetto ad altri;

ii) nelle isole del Mediterraneo i popolamenti di altri gruppi di vertebrati, ed in particolare i mammiferi non volatori, sono in buona parte il risultato di estinzioni e introduzioni dovute al diretto intervento umano, dal neolitico fino ai giorni nostri (SARÀ, 1998) tanto che in molte isole, le specie autoctone sono pochissime (in Sicilia solo tre possono definirsi tali, mentre le altre sono state introdotte in epoche storiche recenti o recentissime, SARÀ, 2008); il valore complessivo di questi popolamenti come indicatori ecologici appare pertanto ridotto;

iii) gli uccelli sono presenti praticamente in qualsiasi tipo di ambiente; in Sicilia in tutti i sistemi ambientali individuati da MASSA & SCHENK (1983) nidifica un buon numero di specie e questo permette di non escludere nessuna area, come accadrebbe ad esempio con gli anfibi che frequentano soltanto alcuni tipi di ambiente;

iv) gli uccelli sono relativamente facili da censire rispetto ad altri gruppi di vertebrati; la conoscenza dell'avifauna siciliana è sufficientemente completa (MASSA & SCHENK, 1983; IAPICHINO & MASSA, 1989; CORSO, 2005) e la distribuzione delle specie nidificanti è ben conosciuta risultando da tre indagini che hanno interessato negli ultimi decenni l'intero territorio regionale: 1979-1984 (MASSA, 1985), 1985-1992 (LO VALVO *et al.*, 1993) e 1993-2006 (IENTILE & MASSA, 2008).

Gli uccelli nidificanti sono stati già utilizzati in passato, insieme con altri *taxa*, per una zonizzazione biogeografica della Scozia (CAREY *et al.*, 1995) e per una zonizzazione su base ornitologica della Svizzera (PASINELLI *et al.*, 2001) e della Spagna (CARRASCAL & LOBO, 2003).

MATERIALI E METODI

Dati di partenza

I dati di partenza sono quelli relativi alla distribuzione dell'Avifauna nidificante pubblicati recentemente nell'Atlante dei Vertebrati della Sicilia (AA.VV., 2008), il quale utilizza come unità cartografiche le maglie 10x10 km del reticolo UTM; queste dunque hanno costituito anche la base per le nostre analisi. Le maglie di "margine", quelle cioè lungo le coste, nelle quali è compresa una quantità variabile di terra emersa, sono state incluse normalmente nelle analisi se la terra emersa è almeno il 40% della superficie, in caso contrario sono state accorpate (attribuendo alla maglia tutte le specie nidificanti nelle maglie di partenza), in modo da superare questa soglia. Per le isole abbiamo accorpato le maglie in modo che ogni arcipelago o singola isola (Eolie, Ustica, Egadi, Pantelleria, Pelagie) costituissero una sola maglia. Le unità utilizzate nelle analisi sono riportate nella Fig. 1.

Abbiamo utilizzato tutti i dati di presenza delle specie nidificanti, derivanti dalle tre indagini effettuate negli anni 1979-1984 (MASSA, 1985), 1985-1992 (LO VALVO *et al.*, 1993) e 1993-2006 (IENTILE & MASSA, 2008), ritenen-

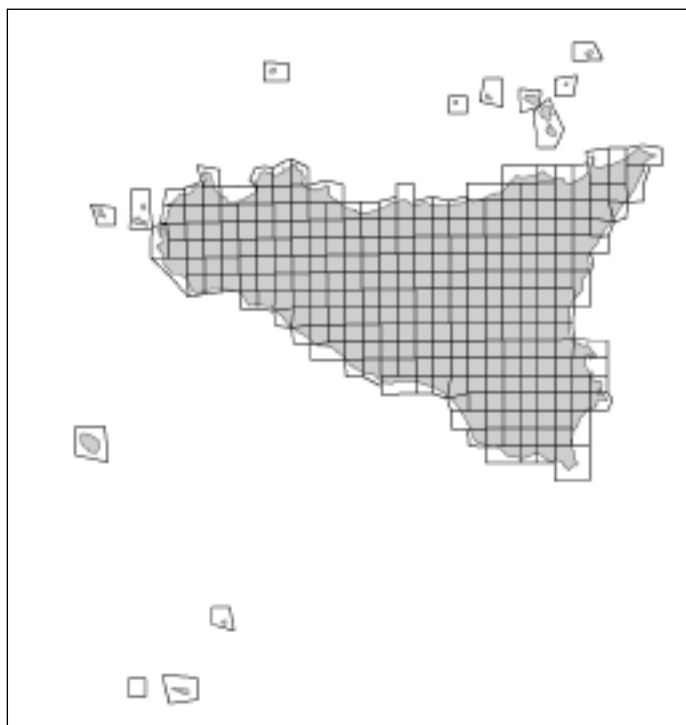


Fig. 1 — Maglie utilizzate nelle analisi derivanti dalla griglia originale UTM 10x10 km. Le maglie di margine sono accorpate in modo da avere una superficie minima di terra emersa pari ad almeno il 40% e modificate in modo da includere tutta la superficie della Sicilia. Le isole sono accorpate per arcipelaghi cosicché Eolie, Ustica, Egadi, Pantelleria e Pelagie, costituiscono ciascuno una singola maglia.

do più utile allo scopo di definire delle ecoregioni, una “distribuzione cumulativa” che meglio approssima la distribuzione potenziale della specie, secondo un approccio già seguito, per la Svizzera, da PASINELLI *et al.* (2001). Per tenere conto comunque delle variazioni che si sono registrate nella distribuzione di molte specie, in particolare delle notevoli riduzioni di areale di alcune di queste (MASSA & LA MANTIA, 2007; MASSA *et al.*, 2008), nell’assunto che si siano estinte dove le condizioni ecologiche erano più lontane da quelle ideali, abbiamo attribuito per ogni maglia il valore 2 alle specie presenti dopo il 1999 e il valore 1 a quelle presenti soltanto prima di questa data.

Individuazione e caratterizzazione delle zone ornitologiche

Per la definizione delle ecoregioni, che indicheremo d’ora in avanti come zone ornitologiche, abbiamo raggruppato le maglie in base alle specie nidificanti, utilizzando una cluster analysis (metodo di raggruppamento: beta flessibile con $\beta = 0.25$; misura della distanza: indice relativo di Sorensen; McCune & Grace, 2002).

Il numero ideale di gruppi è stato individuato in maniera oggettiva col metodo dell’Indicator Value secondo quanto proposto da DUFRENE & LEGENDRE (1997), applicato anche da PASINELLI *et al.* (2001). L’Indicator Value (d’ora in avanti I.V.), è un valore che si calcola per ogni specie in ogni gruppo e che tiene conto sia della sua fedeltà, sia della sua specificità. La fedeltà di specie ad un dato gruppo indica quanto la specie è diffusa nel gruppo stesso; è misurata dalla frequenza relativa all’interno del gruppo, cioè dal rapporto tra il numero di unità, nel nostro caso maglie, del gruppo in cui la specie è presente, e il totale di unità del gruppo. La specificità indica quanto una specie è esclusiva di un gruppo ed è misurata dal rapporto tra il numero di unità in cui la specie è presente all’interno del gruppo e il numero totale di unità in cui la specie è presente. Il prodotto di specificità e fedeltà moltiplicato per 100 produce l’I.V. che è una misura dell’efficacia di una specie come indicatore di un gruppo e varia tra zero e 100. L’indicatore perfetto, cioè la specie presente in tutte le unità di un dato gruppo e solo in quelle, ha valore 100. La significatività del valore così ottenuto è calcolata con un test Monte Carlo (1000 ripetizioni). Se il numero di specie con I.V. significativo e la significatività media dell’I.V. raggiungono un picco a un determinato livello di raggruppamento (cioè ad un determinato numero di gruppi), questo può essere considerato un livello ottimale perché indica una maggiore aderenza della zonizzazione che esso rappresenta alla distribuzione reale delle specie rispetto al livello di raggruppamento precedente e a quello successivo (nel caso vi sia più di un picco, indipendentemente dai valori assoluti, significa che esistono più livelli ottimali di raggruppamento).

Abbiamo calcolato dunque l'I.V. per tutte le specie in tutti i gruppi ai diversi livelli di raggruppamento, da due fino a 15 gruppi, determinando il numero totale di specie con I.V. significativo ($p < 0.01$) e il valore medio della significatività dell' I.V., potendo così individuare, secondo quanto indicato, il livello o i livelli ottimali di raggruppamento. La suddivisione così ottenuta può essere cartografata ottenendo una prima rappresentazione "a maglia quadrata" delle zone ornitologiche.

Le specie indicatrici individuate per ogni raggruppamento sono anche un'efficace caratterizzazione, in senso ornitologico, di ciascun gruppo e, in ragione dell'ecologia delle specie stesse, anche una loro indiretta caratterizzazione ecologica.

Per ricercare ulteriori caratteristiche delle ecoregioni, indipendenti dalle specie di uccelli, abbiamo utilizzato cartografie della Sicilia relative a uso del suolo (Corine Land Cover, MARICCHIOLO *et al.*, 2005), fitoclima (Fitoclima d'Italia, BLASI *et al.*, 2004) e geologia (informazioni derivate dalla Carta dei Suoli della Sicilia, FIEROTTI, 1988) misurando le superfici di ogni categoria (di uso del suolo, fitoclimatica e geologica) all'interno di ciascuna maglia, e calcolando anche per quanto riguarda tutte queste categorie, l'I.V. all'interno di ciascun gruppo (zona ornitologica) individuato in precedenza. Le categorie che hanno registrato un I.V. significativo costituiscono un'ulteriore caratterizzazione delle zone ornitologiche, che permette di valutarne, indipendentemente dai dati ornitologici di partenza, la coerenza ecologica.

L'esistenza di specie indicatrici e di categorie di uso del suolo, climatiche e geologiche con I.V. significativo è stata utilizzata come conferma di una specificità ecologica; gruppi che risultassero privi delle une e delle altre, possono essere interpretati come gruppi di "transizione", cui manca appunto una specificità ecologica e che, di fatto, non hanno significato come ecoregioni. Per questo motivo, gruppi che non presentavano né specie indicatrici, né categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche con I.V. significativo, sono stati esclusi e le loro maglie riassegnate secondo criteri indicati più avanti.

Definizione dei confini delle zone ornitologiche

Le maglie quadrate consentono una rappresentazione cartografica solo grossolana delle ecoregioni. Non solo, infatti, la risoluzione è inevitabilmente quella della griglia, cioè di 10x10 km e i confini "innaturali" cioè quelli, appunto, dei quadrati, ma esiste anche un problema di rappresentatività nel senso che le specie che si trovano in una maglia possono rappresentarne in realtà solo una parte di territorio. Il problema è particolarmente accentuato con dati di sola presenza come quelli qui utilizzati, e riguarda soprattutto quei particolari ambienti che hanno normalmente una superficie ridotta ma per contro sono

ricchissimi dal punto di vista ornitologico. Il tipico esempio è quello delle zone umide: una palude di pochi ettari può ospitare moltissime specie nidificanti, per cui una maglia con un siffatto ambiente si trova ad essere caratterizzata da specie acquatiche anche quando fosse costituita, magari per tutto il resto della superficie, da ambienti diversi e ornitologicamente più poveri.

Di qui la necessità di definire in maniera oggettiva i confini effettivi delle zone ornitologiche, di passare cioè, dalle maglie quadrate a confini maggiormente aderenti alla realtà del territorio. A questo scopo abbiamo utilizzato le carte relative all'uso del suolo, al fitoclima e alla geologia già indicate sopra, valutandone la coerenza locale con le zone ornitologiche "a maglia quadrata".

Per ciascuna zona ornitologica abbiamo scelto le categorie di uso del suolo, climatiche e geologiche con I.V. significativo, selezionandone i poligoni che rientravano, almeno in parte, nelle maglie della zona ornitologica stessa o in maglie adiacenti eventualmente appartenenti ad ecoregioni di transizione (prive cioè sia di specie indicatrici sia di categorie con I.V. significativo). Abbiamo trasformato i poligoni così ottenuti in una griglia di punti, attribuendo a ciascuno di essi un valore pari a tre; abbiamo poi trasformato anche i poligoni non selezionati in una griglia di punti, assegnando però a questi un valore pari a uno. Utilizzando questi valori, abbiamo effettuato una interpolazione (metodo IDW su celle di 150 m); in questa maniera il limite della zona ornitologica è individuato dal valore interpolato intermedio rispetto a quelli di partenza, cioè dalla linea che unisce i punti con valore due.

Poiché in questo modo ogni zona ornitologica è individuata "separatamente" dalle altre, i loro limiti non coincidono esattamente. Per individuare univocamente il limite tra le varie ecoregioni abbiamo trasformato nuovamente le aree in punti (con una maglia di 150 m di lato), ciascuno dei quali ha mantenuto, con un codice, l'informazione dell'area (cioè della zona ornitologica) di "provenienza" e abbiamo costruito attorno a ciascuno di essi il poligono di Voronoi (regione di spazio definita dalla minima distanza da ciascuno degli altri punti nell'intorno). L'intero territorio della Sicilia è risultato così coperto da una serie di piccoli poligoni, ciascuno con il codice della zona ornitologica di provenienza. Una volta raggruppati e uniti questi poligoni appunto in ragione del codice della zona ornitologica, si è ottenuta la definizione dei limiti delle zone ornitologiche.

RISULTATI

Le maglie, accorpate come descritto nel capitolo "materiali e metodi", su cui sono state condotte le analisi sono risultate 273 (Fig. 1), le specie utilizzate 151. Il numero di specie indicatrici e la significatività media dell'I.V.

mostra chiaramente due picchi, uno in corrispondenza di tre gruppi, l'altro a otto gruppi (Fig. 2); considerando il maggiore dettaglio che, rispetto ad una suddivisione in tre soli gruppi, assicura una suddivisione in otto, quest'ultimo può essere considerato il livello ottimale. Il dendrogramma corrispondente è riportato nella Fig. 3, la rappresentazione cartografica degli otto gruppi individuati è riportata nella Fig. 4.

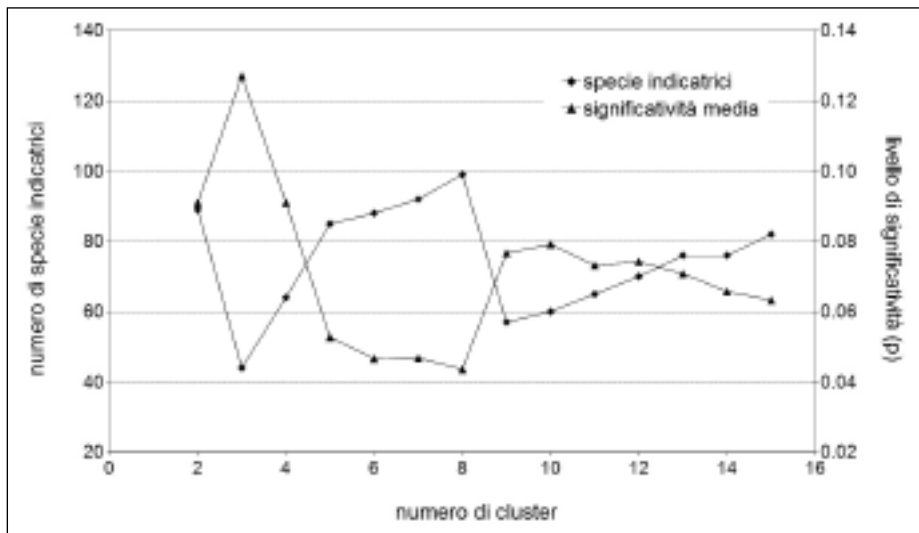


Fig. 2 — Individuazione del numero ottimale di cluster secondo il metodo di DUFRENE & LEGENDRE (1997). Sono evidenti due picchi, uno a tre raggruppamenti e uno a otto raggruppamenti che è quello scelto come numero ottimale.

Nella Tab. 1 è riportato il numero di specie indicatrici e il numero di categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche con I.V. significativo per ciascun gruppo; per i gruppi corrispondenti a zone ornitologiche è riportata anche la percentuale di territorio che esse ricoprono rispetto all'intera superficie della Sicilia. Le specie indicatrici dei diversi gruppi sono riportate nella Tab. 2, le categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche con I.V. significativo per le diverse zone ornitologiche sono indicate nella Tab. 3. Per il gruppo delle piccole isole non abbiamo calcolato l'I.V. delle categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche.

Per uno dei gruppi individuati non risultano né specie indicatrici, né categorie fitoclimatiche, geologiche o di uso del suolo con I.V. significativo; abbiamo considerato le maglie appartenenti a questo gruppo, non come zona ornitologica

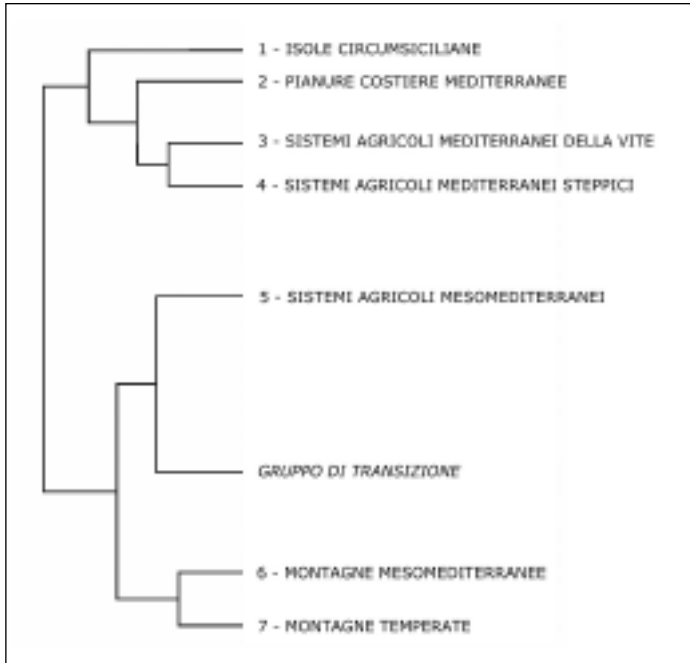


Fig. 3 — Dendrogramma (semplificato) delle zone ornitologiche (comprensive del gruppo di transizione) individuate.

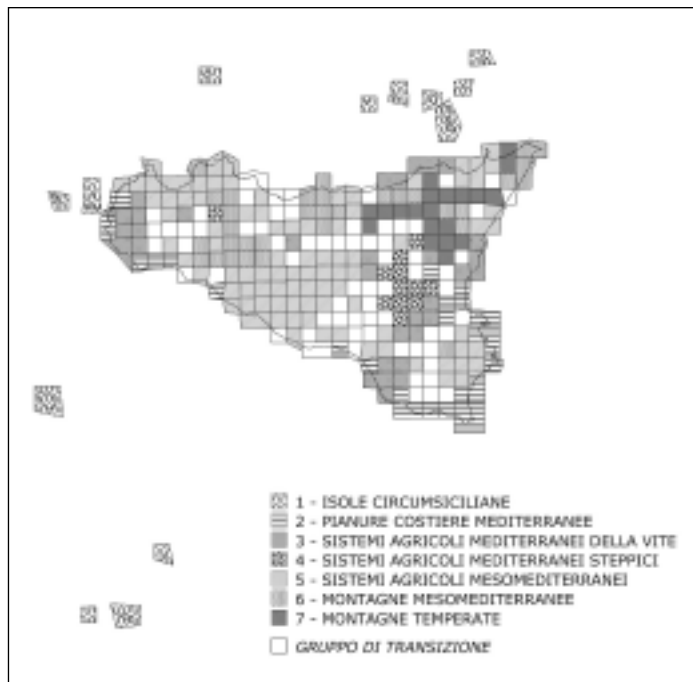


Fig. 4 — Rappresentazione cartografica degli 8 raggruppamenti individuati (zone ornitologiche “a maglia quadrata”).

Tab. 1

Numero di specie e di categorie con I.V. significativo in ciascuna delle zone ornitologiche individuate.

	specie indicatrici	categorie con I.V. significativo			% di territorio
		fitoclimatiche	geologiche	uso del suolo	
1 - isole circumsiciliane	13				1.0
2 - pianure costiere mediterranee	23	1		4	7.7
3 - sistemi agricoli mediterranei della vite				1	12.0
4 - sistemi agricoli mediterranei steppici	1		2	1	9.9
5 - sistemi agricoli mesomediterranei	10		1		44.1
6 - montagne mesomediterranee	40	2		5	13.9
7 - montagne temperate	12	6	2	9	11.3

Tab. 2

Specie indicatrici delle zone ornitologiche con i relativi valori dell'I.V. e il livello di significatività.

specie		I.V.	p
1 - ISOLE CIRCUMSICILIANE			
Berta maggiore	<i>Calonectris diomedea</i>	100.0	0.001
Berta minore	<i>Puffinus yelkouan</i>	80.0	0.001
Gabbiano reale	<i>Larus michabellis</i>	60.6	0.001
Uccello delle tempeste	<i>Hydrobates pelagicus melitensis</i>	60.0	0.001
Falco della regina	<i>Falco eleonora</i>	40.0	0.001
Tortora delle palme	<i>Streptopelia senegalensis</i>	40.0	0.001
Magnanina comune	<i>Sylvia undata</i>	37.6	0.001
Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	34.3	0.001
Rondone pallido	<i>Apus pallidus</i>	27.4	0.007
Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	25.8	0.001
Passero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	21.2	0.001
Barbagianni	<i>Tyto alba</i>	15.6	0.001
Occhiocotto	<i>Sylvia melanocephala</i>	13.7	0.001
2 - PIANURE COSTIERE MEDITERRANEE			
Fratino	<i>Charadrius alexandrinus</i>	60.4	0.001
Cavaliere d'Italia	<i>Himantopus himantopus</i>	59.8	0.001
Tarabusino	<i>Ixobrychus minutus</i>	54.2	0.001
Cutrettola	<i>Motacilla flava</i>	45.8	0.001
Fratricello	<i>Sternula albifrons</i>	41.7	0.002
Cannaiola comune	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	40.0	0.001
Cannareccione	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	39.1	0.001
Folaga	<i>Fulica atra</i>	38.9	0.001
Pendolino	<i>Remiz pendulinus</i>	38.0	0.001
Germano reale	<i>Anas platyrhynchos</i>	34.7	0.002
Marzaiola	<i>Anas querquedula</i>	33.7	0.001
Moretta tabaccata	<i>Aythya nyroca</i>	32.9	0.001

Continua: Tabella 2

specie		I.V.	p
Porciglione	<i>Rallus aquaticus</i>	29.6	0.005
Volpoca	<i>Tadorna tadorna</i>	29.2	0.002
Sgarza ciuffetto	<i>Ardeola ralloides</i>	26.7	0.006
Garzetta	<i>Egretta garzetta</i>	26.5	0.005
Tuffetto	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	25.3	0.008
Avocetta	<i>Recurvirostra avocetta</i>	25.0	0.005
Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>	24.1	0.001
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	19.0	0.001
Pollo sultano	<i>Porphyrio porphyrio</i>	16.7	0.008
Beccamoschino	<i>Cisticola juncidis</i>	14.5	0.002
Gazza	<i>Pica pica</i>	13.8	0.001
4 - SISTEMI AGRICOLI MEDITERRANEI STEPPICI			
Storno nero	<i>Sturnus unicolor</i>	17.3	0.001
5 - SISTEMI AGRICOLI MESOMEDITERRANEI			
Civetta	<i>Athene noctua</i>	20.7	0.001
Assiolo	<i>Otus scops</i>	20.6	0.001
Taccola	<i>Corvus monedula</i>	20.4	0.001
Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	19.5	0.001
Balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	19.1	0.001
Rondone comune	<i>Apus apus</i>	16.3	0.001
Saltimpalo	<i>Saxicola torquatus</i>	16.2	0.001
Strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>	16.2	0.001
Cappellaccia	<i>Galerida cristata</i>	15.5	0.001
Merlo	<i>Turdus merula</i>	14.7	0.001
6 - MONTAGNE MESOMEDITERRANEE			
Capovaccaio	<i>Neophron percnopterus</i>	48.8	0.001
Codirosso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	47.5	0.001
Rondine montana	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	43.5	0.001
Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>	41.9	0.001
Zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>	41.3	0.001
Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>	39.6	0.001
Sparviero	<i>Accipiter nisus</i>	38.5	0.001
Pettiroso	<i>Erithacus rubecula</i>	38.0	0.001
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	36.6	0.003
Allocco	<i>Strix aluco</i>	35.5	0.001
Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	34.9	0.001
Nibbio bruno	<i>Milvus migrans</i>	33.6	0.001
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	33.1	0.001
Aquila reale	<i>Aquila chrysaetos</i>	32.2	0.003
Gracchio corallino	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	32.1	0.002
Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	32.0	0.001
Calandro	<i>Anthus campestris</i>	30.3	0.008
Corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>	26.8	0.001
Coturnice	<i>Alectoris graeca</i>	25.5	0.001

Segue: Tabella 2

Continua: Tabella 2

specie		I.V.	p
Passera lagia	<i>Petronia petronia</i>	25.2	0.008
Nibbio reale	<i>Milvus milvus</i>	24.5	0.009
Torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>	23.4	0.009
Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	22.7	0.001
Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>	22.3	0.001
Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	22.2	0.001
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	22.0	0.001
Sterpazzolina comune	<i>Sylvia cantillans</i>	21.4	0.001
Averla capirossa	<i>Lanius senator</i>	21.0	0.001
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	20.5	0.001
Upupa	<i>Upupa epops</i>	20.4	0.001
Tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>	19.1	0.001
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	17.9	0.001
Poiana	<i>Buteo buteo</i>	17.1	0.001
Zigolo nero	<i>Emberiza cirulus</i>	16.8	0.001
Piccione selvatico	<i>Columba livia</i>	15.9	0.001
Cinciallegra	<i>Parus major</i>	15.3	0.001
Cornacchia grigia	<i>Corvus cornix</i>	15.1	0.001
Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>	15.1	0.001
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	14.7	0.001
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	13.1	0.009
7- MONTAGNE TEMPERATE			
Cincia mora	<i>Periparus ater</i>	50.2	0.001
Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	47.5	0.001
Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	37.5	0.002
Lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	36.3	0.001
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	35.7	0.001
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	33.1	0.002
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	31.6	0.002
Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	29.8	0.002
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	26.0	0.001
Lodolaio	<i>Falco subbuteo</i>	25.0	0.006
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	19.6	0.001
Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	16.0	0.005

propria ma come zona appunto di transizione tra le zone ornitologiche adiacenti. La carta delle sette ecoregioni infine individuate, è rappresentata nella Fig. 5.

DISCUSSIONE

Definizione delle zone ornitologiche

Sette degli otto gruppi individuati risultano caratterizzati da specie indicatrici e/o da categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche (Tab. 1);

Tab. 3

Categorie di uso del suolo, fitoclimatiche e geologiche con I.V. significativo nelle diverse zone ornitologiche con i relativi valori dell'I.V. e il livello di significatività

categoria	I.V.	p
<i>2 - PIANURE COSTIERE MEDITERRANEE</i>		
Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	26.3	0.005
Aree portuali	17.0	0.003
Saline	20.8	0.002
Mari e oceani	44.5	0.001
Clima mediterraneo oceanico dell'Italia meridionale e delle isole maggiori, con locali presenze nelle altre regioni tirreniche (Termomediterraneo/Mesomediterraneo/ Inframediterraneo secco/subumido)	26.0	0.001
<i>3 - SISTEMI AGRICOLI MEDITERRANEI DELLA VITE</i>		
Vigneti	26.7	0.004
<i>4 - SISTEMI AGRICOLI MEDITERRANEI STEPPICI</i>		
Seminativi	32.1	0.001
Depositi alluvionali e litorali	29.6	0.001
Formazioni prevalentemente argillose	24.9	0.002
<i>5 - SISTEMI AGRICOLI MESOMEDITERRANEI</i>		
Formazione gessoso solfifera	23.8	0.005
<i>6 - MONTAGNE MESOMEDITERRANEE</i>		
Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera	35.0	0.001
Boschi a prevalenza di pini mediterranei (pino domestico, pino marittimo) e cipressete	26.5	0.006
Boschi e piantagioni a prevalenza di conifere non native	16.2	0.002
Brughiere e cespuglieti	31.1	0.001
Macchia alta	36.4	0.001
Clima mediterraneo oceanico debolmente di transizione delle pianure alluvionali del medio e alto Tirreno; presenze significative nelle aree interne delle isole maggiori (Mesomediterraneo subumido)	27.1	0.001
Clima temperato oceanico-semicontinentale di transizione delle aree costiere del medio Adriatico, delle pianure interne del pre-appennino e della Sicilia (Mesotemperato-Mesomediterraneo umido-subumido)	26.4	0.001
<i>7 - MONTAGNE TEMPERATE</i>		
Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	49.3	0.001
Boschi a prevalenza di castagno	15.6	0.007
Boschi a prevalenza di faggio	51.0	0.001
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie	19.5	0.005
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno	19.6	0.003
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio	35.9	0.001
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini montani e oromediterranei	22.9	0.001
Praterie discontinue	47.8	0.001
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	62.8	0.001

Segue: Tabella 3

Continua: Tabella 3

categoria	I.V.	p
Clima temperato oceanico del settore alpino centrale ed occidentale, localmente presente nelle alte montagne dell'appennino e della Sicilia (Crioro-temperato ultraiperumido/iperumido)	13.5	0.004
Clima temperato oceanico ubicato prevalentemente lungo l'appennino centro-meridionale, nella catena costiera calabrese e nelle alte montagne della Sicilia e Sardegna (Supratemperato iperumido)	21.8	0.001
Clima temperato oceanico di transizione, prevalentemente dei rilievi pre-appenninici e delle catene costiere, ben rappresentato anche nei rilievi di Sicilia e Sardegna (Mesotemperato/Mesomediterraneo umido/iperumido)	61.4	0.001
Clima temperato oceanico localizzato lungo tutto l'arco appenninico e localmente nelle Alpi liguri. Presente anche nelle aree più elevate delle isole (Supratemperato/Mesotemperato iperumido/umido)	62.7	0.001
Clima mediterraneo oceanico di transizione delle aree di bassa e media altitudine del Tirreno, dello Ionio e delle isole maggiori al contatto delle zone montuose (Mesomediterraneo/Termotemperato umido/subumido)	37.1	0.001
Clima mediterraneo oceanico delle pianure alluvionali del medio e basso Tirreno e dello Ionio, presente anche nella zona orientale della Sicilia Termomediterraneo/ Mesomediterraneo subumido)	17.8	0.007
Formazioni metamorfiche	33.0	0.001
Vulcaniti e rocce dure	35.1	0.002

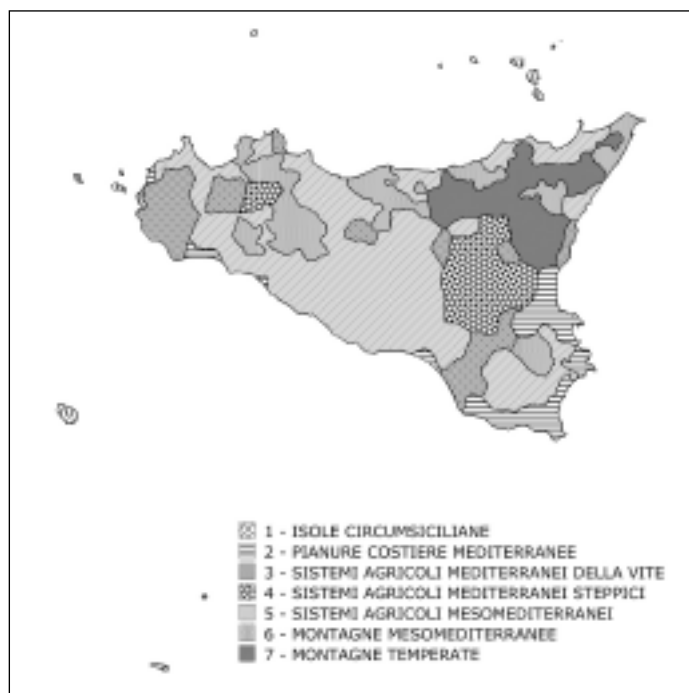


Fig. 5 — Rappresentazione cartografica delle zone ornitologiche della Sicilia

seppure specie e categorie con I.V. significativo sono in numero molto diverso nei vari gruppi, una prima analisi rivela comunque caratteri di omogeneità ecologica al loro interno (Tabb. 2 e 3) e anche la loro distribuzione geografica (Fig. 4) mostra una certa coerenza, definendo zone abbastanza ben individuate. Un ottavo gruppo, quello indicato come gruppo di transizione, è invece privo di specie indicatrici e anche di qualsiasi categoria con I.V. significativo per cui sembra mancare di qualsiasi specificità ecologica; questo gruppo, anche per la sua distribuzione geografica (Fig. 4) si presenta come un gruppo “di raccordo” che separa in molti casi le maglie di altri gruppi che non sono direttamente a contatto. I sistemi ecologici del resto sono per definizione aperti e permeabili, anche a vasta scala, per cui i confini tra ecoregioni sono normalmente costituiti da aree di transizione di varia dimensione (GOSZ & SHARPE, 1989; GOSZ, 1993). La semplice distribuzione delle specie animali (e vegetali) inoltre, è considerato uno strumento poco adatto alla definizione di tali confini perché gli areali comprendono in genere presenze marginali o extrazonali (BAILEY, 2005). Il significato del gruppo di transizione qui individuato potrebbe quindi essere proprio questo per cui a tale gruppo non corrisponde una zona ornitologica propria.

Le zone ornitologiche

Isole circumsiciliane

La zona ornitologica delle isole circumsiciliane (per la quale non abbiamo analizzato i parametri fitoclimatici, geologici e di uso del suolo) ha una evidente specificità, riconosciuta anche da zonizzazioni basate su differenti criteri; BARBERA & CULLOTTA (2012) individuano appunto nel “paesaggio delle isole circumsiciliane” uno dei macro-paesaggi del territorio siciliano. L'analisi delle specie indicatrici, che sono molte e con valori di I.V. in genere molto alti (Tabb. 1 e 2), conferma questa elevata specificità anche dal punto di vista ecologico.

I valori di I.V. più elevati sono registrati dagli uccelli marini (berta maggiore *Calonectris diomedea*, berta minore *Puffinus yelkouan*, uccello delle tempeste mediterraneo *Hydrobates pelagicus melitensis*) che in effetti in Sicilia nidificano esclusivamente sulle piccole isole e sono presenti sulla maggior parte di queste se non in tutte, come la berta maggiore (IAPICHINO & MASSA, 1989; CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008). Si tratta di specie tipicamente pelagiche, legate alla terraferma soltanto per la nidificazione, ove rimangono perlopiù a meno di 200 m dal mare, utilizzando soprattutto coste rocciose ricche di anfratti e cavità; e che pertanto sottolineano soprattutto l'insularità, carattere peculiare (e ovvio) di questa zona ornitologica.

Anche il falco della regina *Falco eleonora*, che nidifica sulle scogliere

marine e che in Sicilia conta colonie significative nelle Eolie e nelle Pelagie (MASSA, 1978; SPINA & LEONARDI, 2007; CORSO & GUSTIN, 2009) con solo sporadiche presenze altrove in periodo riproduttivo (CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008), può essere considerato in pratica specie esclusiva delle isole circumsiciliane. Il falco della regina, insieme a falco pellegrino *Falco peregrinus*, passero solitario *Monticola solitarius* e rondone pallido *Apus pallidus*, che invece nidificano anche in altre aree della Sicilia (IAPICHINO & MASSA, 1989; IENTILE & MASSA, 2008) e hanno infatti I.V. più basso, sono specie legate alle falesie e alle scogliere per la nidificazione e sottolineano un carattere importante di queste isole, quello appunto della presenza di ampi sistemi di coste rocciose, caratterizzando il gruppo in senso più strettamente ambientale.

Valore relativamente elevato dell'I.V. presenta anche la magnanina comune *Sylvia undata*, specie a distribuzione mediterranea occidentale e tipica di climi mediterranei atlantici, cioè non troppo caldi e secchi (HUNTLEY *et al.*, 2007), che conferisce una connotazione di tipo climatico. La magnanina comune in Sicilia non è esclusiva delle piccole isole (IAPICHINO & MASSA, 1989; CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008) ma, a conferma del suo temperamento parzialmente atlantico, è presente solo in alcuni settori nella parte nord-occidentale (Madonie, Nebrodi, Peloritani) con popolazioni più consistenti soltanto sui Peloritani, mentre è più numerosa appunto nelle Is. Eolie, a Marettimo (Is. Egadi) e a Pantelleria (IENTILE & MASSA, 2008).

Carattere più strettamente biogeografico riveste infine la presenza nel gruppo della tortora delle palme *Streptopelia senegalensis*, specie africana le cui uniche popolazioni nidificanti in Europa sono quelle siciliane, insediatesi recentemente nelle isole del canale di Sicilia (CORSO, 2005; BRICHETTI & FRACASSO, 2006) dove nidifica regolarmente a Pantelleria e irregolarmente a Linnosa e Lampedusa (IENTILE & MASSA, 2008). A questo proposito è da indicare la presenza, solo a Pantelleria e pertanto non sufficiente a caratterizzare l'intero gruppo delle piccole isole, di altre due specie africane: poiana codabianca *Buteo rufinus* la cui nidificazione, ritenuta probabile da tempo (CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008), è stata di recente accertata (CORSO, 2009) e cincarella algerina *Cyanistes teneriffae* che appunto a Pantelleria conta una buona popolazione (LO VALVO & MASSA, 1995; CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008). Il carattere "africano" di questa zona ornitologica riguarda essenzialmente le isole del canale di Sicilia per l'evidente vicinanza al continente africano; nella zonizzazione di BLASI *et al.* (2010) queste isole costituiscono una propria ecoregione, individuata come "provincia del Blocco Pelagico".

Pianure costiere

La zona ornitologica delle pianure costiere è molto ben caratterizzata dal punto di vista ornitologico: le specie con I.V. significativo sono 23 (Tab.

2), la maggior parte delle quali legate ad ambienti acquatici (cavaliere d'Italia *Himantopus himantopus*, fraticello *Sternula albifrons*, folaga *Fulica atra*, germano reale *Anas platyrhynchos*, marzaiola *Anas querquedula*, moretta tabaccata *Aythya nyroca*, volpoca *Tadorna tadorna*, tuffetto *Tachybaptus ruficollis*, avocetta *Recurvirostra avosetta*, gallinella d'acqua *Gallinula chloropus*), o ambienti comunque palustri (tarabusino *Ixobrychus minutus*, cannareccione *Acrocephalus arundinaceus*, pendolino *Remiz pendulinus*). Ad eccezione di gallinella d'acqua e tuffetto, più diffusi perché capaci di nidificare anche in specchi d'acqua di ridottissima dimensione, sono tutte specie localizzate in Sicilia (CORSO, 2005), limitate per lo più alle maggiori aree umide del Trapanese e della Sicilia sud orientale (IAPICHINO & MASSA, 1989; IENTILE *et al.*, 2011).

Maggiore significato ambientale, perché in grado di identificare la zona ornitologica indipendentemente dalla presenza di specchi d'acqua, rivestono altre specie, anche se hanno valori di I.V. più bassi: il beccamoschino *Cisticola juncidis* e, in misura minore l'usignolo di fiume *Cettia cetti*. Si tratta di specie che si trovano spesso ai margini di zone umide, ma che frequentano in generale (soprattutto il beccamoschino) ambienti aperti con vegetazione erbacea, purché non aridi e sono entrambe abbastanza diffuse in Sicilia (IENTILE & MASSA, 2008). A queste specie si aggiunge la cutrettola *Motacilla flava* che è comunque assai rara e localizzata come nidificante in Sicilia (CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008).

Il carattere principale che emerge dunque dalle specie indicatrici di questa zona ornitologica è di tipo climatico ed è relativo a condizioni di relativa umidità o comunque assenza di aridità, indicazione confermata direttamente anche dalla categoria fitoclimatica "clima mediterraneo oceanico dell'Italia meridionale e delle isole maggiori" che risulta appunto caratteristica anch'essa della zona ornitologica (Tab. 3).

L'ubicazione prevalentemente costiera di questa zona ornitologica è indicata dal fratino *Charadrius alexandrinus*, la specie con I.V. più alto, che nidifica prevalentemente lungo i litorali sabbiosi (IENTILE, 2011), risultando in Sicilia diffuso appunto lungo tutte le coste ad eccezione di quelle settentrionali e nord-orientali (Ientile & Corso in BIONDI & PIETRELLI, 2011).

La zona ornitologica occupa i principali sistemi delle pianure costiere della Sicilia sud orientale e più ridotte aree lungo le coste meridionali e occidentali dell'Isola (Fig. 5) presentando un buon grado di sovrapposizione con le aree ecologicamente omogenee dei "depositi alluvionali" individuate da MAETZKE *et al.* (2008) e, in minor misura, con il "paesaggio costiero-subcostiero delle colture intensive" irrigue individuato da BARBERA & CULLOTTA (2012).

In questa zona ornitologica hanno I.V. positivo alcune categorie di uso

del suolo (Tab. 3); oltre a “mari e oceani e saline”, che ne sottolineano anch'esse la distribuzione costiera, le “aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati e le aree portuali”. Queste ultime indicano bene come si tratti di zone in generale molto antropizzate, in apparente contrasto con quanto rilevano le specie indicatrici che sembrano invece legate ad ambienti con bassa pressione antropica (aree umide, litorali sabbiosi poco disturbati). Il fatto che siano proprio le specie di questi ambienti a ridotto impatto antropico a caratterizzare la zona ornitologica ne rileva la grande importanza in termini di biodiversità ma anche la delicatezza che riveste la loro conservazione (IENTILE, 2011). Si tratta del resto degli ambienti che, in Sicilia come in gran parte d'Italia, hanno subito grandi trasformazioni soprattutto negli ultimi decenni denunciando la perdita, proprio tra gli uccelli, di non poche specie (MASSA & LA MANTIA, 2007; LA MANTIA, 2009). Anche BARBERA & CULLOTTA (2012) indicano nei diversi aspetti della progressiva antropizzazione (urbanizzazione, modernizzazione dell'agricoltura) fattori di disgregazione del “paesaggio costiero-subcostiero delle colture intensive”.

Sistemi agricoli mediterranei della vite

La zona ornitologica dei sistemi agricoli mediterranei della vite non conta alcuna specie indicatrice e risulta pertanto poco caratterizzata dal punto di vista ornitologico (Tab. 1). Tra le categorie ambientali, l'unica con I.V. significativo è appunto quella dei vigneti (Tab. 3), tuttavia appare una regione piuttosto ben distinta, potremmo dire “in negativo”, dalle altre.

La regione coincide solo in parte con il “paesaggio collinare delle colture arboree specializzate in asciutto” individuato da BARBERA & CULLOTTA (2012), dove appunto i vigneti sono largamente diffusi, per lo più nella sezione occidentale dell'isola e in minor misura nella parte sud orientale e centrale mentre manca del tutto in corrispondenza della parte centrale.

Questa zona ornitologica coincide con aree di scarsa importanza complessiva per la biodiversità, valutata tramite indici ornitologici (MASSA & CANALE, 2008) ed in generale con zone povere di specie nidificanti. Gli agroecosistemi in ambiente mediterraneo e in Sicilia possono anche presentare molti elementi di interesse per la biodiversità (LA MANTIA, 1997) e ricchezze anche elevate in termini di specie di uccelli nidificanti (MASSA & SIRACUSA, 2009), in particolare dove prevalgono i paesaggi dell'agricoltura tradizionale, mentre i sistemi di agricoltura moderni sostengono popolamenti ornitici decisamente più poveri (MASSA *et al.*, 2008). Il “paesaggio collinare delle colture arboree specializzate in asciutto” ha appunto sperimentato, negli ultimi decenni, trasformazioni che hanno ridotto notevolmente gli spazi dell'agricoltura tradizionale (BARBERA & CULLOTTA, 2012) e questo

contribuisce probabilmente a spiegare la povertà in termini di numero di specie di questa zona ornitologica.

Sistemi agricoli mediterranei steppici

La zona ornitologica dei sistemi agricoli mediterranei steppici conta una sola specie indicatrice, lo storno nero *Sturnus unicolor* (Tab. 2); specie mediterranea occidentale di climi piuttosto caldi e aridi (HUNTLEY *et al.*, 2007), presente in Italia esclusivamente in Sicilia e Sardegna (CALIENDO & FULGIONE, 2010). Anche questa zona ornitologica sembra pertanto scarsamente caratterizzata dal punto di vista ornitologico; peraltro lo storno nero, anche in seguito al trend positivo che ha registrato negli ultimi decenni (MASSA *et al.*, 2008) è ormai diffuso in tutta la Sicilia (IENTILE & MASSA, 2008). Anche dal punto di vista ecologico lo storno nero sembra scarsamente caratterizzante, mostrando un legame con le aree aperte a prateria e a pascolo ma anche, in generale, con superfici artificiali (CALIENDO & FULGIONE, 2010) tanto che in Sicilia si trova anche in molti centri urbani (IENTILE & MASSA, 2008).

Anche in questo caso tuttavia la zona ornitologica appare ben distinta e, non incluse nella tabella delle specie indicatrici, ma con I.V. significativo nel gruppo, sia pure a un livello più basso ($p < 0.05$), altre due specie, lanario *Falco biarmicus* (I.V. = 21.0; $p = 0.016$) e occhione *Burhinus oedicnemus* (I.V. = 22.4; $p = 0.018$), contribuiscono invece a caratterizzare in maniera più specifica la zona ornitologica. Sia il lanario, distribuito in Sicilia soprattutto nei settori centro meridionali e legato in generale ad aree aperte piuttosto asciutte, con scarsa presenza di vegetazione arborea, (MASSA *et al.*, 1991; ANDREOTTI & LEONARDI, 2007), sia l'occhione, anch'esso prevalentemente diffuso nella parte centro e sud orientale dell'isola (IENTILE & MASSA, 2008), dove frequenta una varietà di habitat (colture estensive, pascoli, terreni con vegetazione bassa e discontinua, greti e fiumare e anche mandorleti e oliveti purché non troppo fitti, TINARELLI *et al.*, 2009), sono legati a climi e ambienti di tipo steppico o pseudosteppico. Si tratta di specie di elevato interesse conservazionistico che indicano anche l'elevata importanza di questi sistemi, in particolare in Sicilia, regione che, in Italia, ospita il maggior numero di coppie di lanario (MASSA *et al.*, 1991; ANDREOTTI & LEONARDI, 2007) e uno dei contingenti più numerosi anche per quanto riguarda l'occhione (TINARELLI *et al.*, 2009).

In questa zona ornitologica, ha I.V. significativo la categoria di uso del suolo dei "seminativi" (Tab. 3), che nel database utilizzato corrisponde qui principalmente alle colture cerealicole che sono un ambiente con caratteristiche steppiche. Anche le categorie geopedologiche confermano questa interpretazione risultando con I.V. significativo i "depositi alluvionali" (presenti nella parte più interna della Piana di Catania, Fig. 5) e le "formazioni preva-

lentamente argillose”, che corrispondono in generale ad aree con vegetazione di tipo steppico, artificiale o seminaturale (cerealicoltura estensiva, pascoli).

A conferma di quanto detto, questa zona ornitologica comprende per la maggior parte aree appartenenti al “paesaggio mediterraneo aperto dei seminativi e dei prati pascoli” individuato da BARBERA & CULLOTTA (2012); tale paesaggio risulta tuttavia molto più esteso e questo indica che le aree con caratteristiche steppiche non si esauriscono quindi in questa zona ornitologica che, risultando anche di limitata estensione (Tab. 1; Fig. 5), include di fatto solo le parti di territorio dove tali caratteristiche sono più marcate. Un esempio è costituito dalla Piana di Gela, notoriamente importante dal punto di vista ornitologico, proprio per la presenza di contingenti significativi di specie steppiche (SARÀ & MASCARA, 2007). Nonostante vi siano presenti, tra le altre, anche le specie indicatrici della zona ornitologica dei sistemi agricoli mediterranei steppici, storno nero, lanario e occhione (SARÀ *et al.*, 2009a), che anzi conta proprio nella Piana di Gela il contingente più numeroso della popolazione siciliana (TINARELLI *et al.*, 2009), l'area risulta per la maggior parte appartenente alla zona ornitologica delle pianure costiere e per il resto a quella dei sistemi agricoli mesomediterranei. Secondo questa classificazione, coerente peraltro con i macro-paesaggi di BARBERA & CULLOTTA (2012), il carattere più importante dell'area rimane complessivamente quello delle pianure costiere, cioè di ambienti coltivati sostanzialmente non aridi e anzi con presenza di aree umide (in questo caso anche di una certa importanza, MASCARA, 1985, 1990).

Sistemi agricoli mesomediterranei

La zona ornitologica dei sistemi agricoli mesomediterranei, che è quella che copre la superficie maggiore, conta dieci specie indicatrici (Tab. 2) che sono in maggioranza legate alla presenza antropica, civetta *Athene noctua*, taccola *Corvus monedula*, rondine *Hirundo rustica*, balestruccio *Delichon urbicum*, rondone comune *Apus apus*, diffuse in ambienti rurali (soprattutto civetta e rondine) o specie ecotonali, comunque anch'esse legate ad ambienti coltivati, come l'assiolo *Otus scops*. Ad eccezione dell'assiolo, che manca da alcune aree nella parte settentrionale e in quella orientale dell'Isola, e in minor misura della civetta, anch'essa assente in alcune zone nella Sicilia orientale, sono tutte specie molto diffuse, presenti su gran parte del territorio siciliano (IENTILE & MASSA, 2008). Questa zona ornitologica quindi è caratterizzata in generale dagli agroecosistemi, ad esclusione di quelli della vite e di quelli con carattere più marcatamente steppico, inclusi invece nelle rispettive ecoregioni trattate in precedenza.

Sia pure con valori di I.V. più bassi, risultano, tra le specie indicatrici anche saltimpalo *Saxicola torquatus*, strillozzo *Emberiza calandra* e cappellac-

cia *Galerida cristata*, anch'esse ampiamente diffuse in gran parte della Sicilia (IENTILE & MASSA, 2008), meno "antropofile" e legate ad ambienti aperti, anche steppici. Ne deriva l'indicazione di un carattere generalmente steppico anche per questa zona ornitologica, caratterizzazione tuttavia poco marcata considerando che, soprattutto dove contano popolazioni consistenti, queste specie frequentano anche ambienti più frammentati e antropizzati.

Un'altra specie aggiunge invece qualche elemento in più, di carattere climatico: il merlo, anch'esso diffuso in tutta la Sicilia (IENTILE & MASSA, 2008), presente in una varietà di ambienti e del resto comunissimo in gran parte d'Italia, ma con densità variabili e in genere inferiori nelle aree più calde e xeriche (basso versante adriatico, Sardegna e, appunto Sicilia, SORACE & FORNASARI, 2010). La specie tende in generale ad evitare condizioni di eccessiva aridità (HUNTLEY *et al.*, 2007), connotando quindi la zona ornitologica in senso invece relativamente mesofilo.

Tutte le specie che caratterizzano questa zona ornitologica sono nel complesso molto diffuse in Sicilia e pertanto i valori dell'I.V. sono in generale piuttosto bassi (Tab. 2). La zona ornitologica include comunque anche aree con elevata ricchezza e importanti per la biodiversità, in particolare nella parte centrale dell'isola (MASSA & CANALE, 2008) e del resto vi sono compresi gli agroecosistemi tradizionali che sostengono popolazioni di uccelli ricche e diversificate (MASSA *et al.*, 2008; LA MANTIA, 2009). Questa zona ornitologica non trova corrispondenza né con le aree ecologicamente omogenee di MAETZKE *et al.* (2008), né con i macro-paesaggi di BARBERA & CULLOTTA (2012); rispetto a questi ultimi, vi risultano inclusi il paesaggio mediterraneo aperto dei seminativi e dei prati pascoli e quello della coltura promiscua, ma anche ampie aree afferenti al paesaggio collinare delle colture arboree specializzate in asciutto e al paesaggio dei seminativi e dei prati-pascoli arborati.

A ulteriore conferma di quanto appena detto, nessuna categoria di uso del suolo né fitoclimatica presenta I.V. significativi (Tab. 1), tuttavia risultano "quasi significativi" ($p = 0.072$) gli uliveti, fatto che conferma l'interpretazione di questa zona ornitologica come mesomediterranea.

Montagne mesomediterranee

Le montagne mesomediterranee hanno ben 40 specie indicatrici (Tabb. 1 e 2), legate però ad ambienti diversi e appartenenti a molti gruppi differenti, tanto che è difficile evincere da questo elenco i caratteri principali della zona ornitologica. Vi sono diverse specie legate al bosco (come tordela *Turdus viscivorus*, fiorrancino *Regulus ignicapilla*, sparviere *Accipiter nisus*, pettirosso *Erithacus rubecula*, codibugnolo *Aegithalos caudatus*, rampichino comune *Certhia brachydactyla*) ma anche specie legate ad ambienti aperti (ad esempio allodola *Alauda arvensis*, calandro *Anthus campestris*), con presenza o meno

di alberature (tottavilla *Lullula arborea*, coturnice *Alectoris graeca*, averla capirossa *Lanius senator*) o più o meno ecotonali (zigolo muciatto *Emberiza cia*, torcicollo *Jynx torquilla*), altre specie legate alle pareti rocciose (capovaccaio *Neophron percnopterus*, rondine montana *Ptyonoprogne rupestris*, aquila reale *Aquila chrysaetos*, gracchio corallino *Pyrhocorax pyrrhocorax*, codirosso spazzacamino *Phoenicurus ochruros*, corvo imperiale *Corvus corax*). Si tratta per la maggior parte di specie che non possono essere definite mesofile ma che evitano comunque situazioni molto calde e aride, anche se vi sono alcune eccezioni di specie tipiche invece di climi più caldi come il capovaccaio (HUNTLEY *et al.*, 2007).

Più che le specie indicatrici, risultano funzionali alla sintetica caratterizzazione di questa zona ornitologica le categorie di uso del suolo e soprattutto fitoclimatiche con I.V. significativo. Tra le categorie di uso del suolo in particolare hanno I.V. significativo soprattutto quelle relative ai boschi di leccio (e anche alla macchia alta). Il leccio ha l'optimum climatico nella fascia mesomediterranea (BERNETTI, 2005) e le leccete in Sicilia, diffuse dalle aree costiere fino a quelle montane (CULLOTTA & MARCHETTI, 2007), sono presenti alle quote basse nelle aree relativamente umide della Sicilia settentrionale mentre per il resto si trovano soprattutto in aree collinari e montane, nella fascia mesomediterranea e supramediterranea (LA MANTIA *et al.*, 2001), costituendo, con l'eccezione dei tipi termomediterranei, formazioni con carattere relativamente mesofilo (CAMERANO *et al.*, 2011). Conferma questo carattere anche la categoria "brughiere e cespuglieti" che corrisponde in gran parte agli arbusteti montani e supramediterranei secondo CAMERANO *et al.* (2011). Le categorie fitoclimatiche con I.V. significativo sono quelle riferite in generale a climi piuttosto freschi: mesomediterraneo subumido e mesotemperato/mesomediterraneo umido-subumido, che definiscono bene il carattere appunto mesomediterraneo della zona ornitologica.

Questa zona ornitologica comprende del resto buona parte delle aree montane dell'isola, ad esclusione della maggior parte dei massicci del settore nord orientale (Peloritani, Nebrodi, Etna, che rientrano invece nelle montagne temperate, descritte al paragrafo successivo), dove occupa solo zone limitate estendendosi per il resto nelle Madonie, nelle aree montuose occidentali e in una piccola area degli Iblei (Fig. 5).

Molti sono i rapaci che risultano indicatori in questa zona ornitologica: nibbio bruno *Milvus migrans*, nibbio reale *Milvus milvus*, capovaccaio, sparviere, poiana *Buteo buteo*, aquila reale; l'elenco comprende, a parte poiana e sparviere, specie di elevato interesse conservazionistico. Il nibbio reale e il nibbio bruno sono estremamente localizzati come nidificanti in Sicilia (IEN-TILE & MASSA, 2008) e il nibbio reale ha avuto un notevole regresso nell'isola negli ultimi decenni, regresso che ne ha determinato la scomparsa già da

tempo da alcune aree come gli Iblei e i Sicani (SARÀ & ZANCA, 2006), tanto che ormai rimane soltanto un piccolo nucleo nidificante sui Nebrodi.

Ancora più elevata è l'importanza del capovaccaio, specie in grave declino in Italia, che in Sicilia conta la grande maggioranza delle poche coppie ormai sopravvissute (CECCOLINI *et al.*, 2006; GIACOIA & BELLINI, 2008; ANDREOTTI & LEONARDI, 2009), dove comunque ha registrato fluttuazioni e un complessivo declino (SARÀ *et al.*, 2009b). Il capovaccaio è considerato una specie di climi prevalentemente aridi e secchi (HUNTLEY *et al.*, 2007; ANDREOTTI & LEONARDI, 2009), in apparente contrasto con la caratterizzazione generale della zona ornitologica, dove pure è la specie con il valore di I.V. più alto (Tab. 2). In Sicilia, la distribuzione del capovaccaio, che si trova solo nella parte centrale e occidentale dell'isola, risulta però determinata soprattutto dall'ubicazione dei siti riproduttivi, cioè le pareti che ospitano i nidi, che si trovano in aree con livelli bassi di disturbo antropico (SARÀ & DI VITTORIO, 2003), come del resto accadeva anche con le coppie nidificanti nella penisola italiana, con minore influenza dei fattori di paesaggio (LIBERATORI & PENTERIANI, 2001).

Specie indicatrice è anche l'aquila reale, anch'essa legata alla stessa tipologia di siti riproduttivi, per la quale invece la selezione a scala vasta di aree con temperature medie fresche (DI VITTORIO & SARÀ, 2009) conferma la caratterizzazione in senso mesofilo di questa zona ornitologica.

Il carattere complessivo che emerge dalle specie indicatrici di questa zona ornitologica è quello di concentrare habitat di elevata qualità e differenti tipologie, in un contesto climatico relativamente fresco. Oltre le pareti rocciose, importanti come già sottolineato per capovaccaio e aquila reale ma anche per altre specie sia rare e localizzate in Sicilia, come il gracchio corallino, sia più comuni e diffuse, come rondine montana e corvo imperiale (CORSO, 2005; IENTILE & MASSA, 2008), vi sono specie di importanza conservazionistica che indicano la presenza di aree aperte, come il calandro, con presenza di vegetazione arborea, come la coturnice (che in Sicilia è presente con la sottospecie *Alectoris graeca whitakeri*, endemica dell'isola), tottavilla e averla capirossa. In generale però la presenza di specie di ambiente aperto nel gruppo delle specie indicatrici, come ad esempio l'allodola, di specie strettamente forestali, come il pettirosso e di specie di ambienti di margine come ad esempio il torcicollo, testimonia proprio l'elevata eterogeneità ambientale di questa zona ornitologica. L'elevata importanza in termini di biodiversità che riveste in generale questa zona ornitologica, è confermata anche dal fatto che essa coincide con la maggior parte delle aree prioritarie per la conservazione individuate dal WWF in Sicilia (BULGARINI *et al.*, 2006b): Monti Peloritani, Madonie, Sicani-Rocca Busambra e in parte Nebrodi-Etna e Iblei-Tavolati di Ragusa.

Montagne temperate

La zona ornitologica delle montagne temperate ha un buon numero di specie indicatrici, 12 (Tab. 1); si tratta per la quasi totalità, di specie chiaramente legate al bosco, cincia mora *Periparus ater*, cincia bigia *Poecile palustris*, picchio muratore *Sitta europaea*, picchio rosso maggiore *Dendrocopos major*, lui piccolo *Phylloscopus collybita*, cuculo *Cuculus canorus*, rigogolo *Oriolus oriolus*, fringuello *Fringilla coelebs*, capinera *Sylvia atricapilla*, cui si aggiungono lodolaio *Falco subbuteo* (legato al bosco ma in paesaggi in genere piuttosto vari e frammentati) e succiacapre *Caprimulgus europaeus* (anch'esso legato ai boschi, sia pure piuttosto aperti). Il carattere forestale di questa zona ornitologica è dunque molto ben marcato ed infatti questa presenta un buon grado di sovrapposizione con il “paesaggio forestale” individuato da BARBERA & CULLOTTA (2012).

La zona ornitologica risulta inoltre ben caratterizzata anche in senso climatico; molte delle specie indicatrici infatti, sono non solo forestali ma anche chiaramente mesofile, come lui piccolo, picchio muratore, cincia bigia, se non addirittura francamente montane, come la cincia mora (HUNTLEY *et al.*, 2007).

Anche l'unica specie non forestale, l'averla piccola *Lanius collurio*, legata in generale ad aree aperte alberate o cespugliate, conferma questa indicazione climatica. Diffusa in buona parte del territorio italiano, in seguito al declino subito negli ultimi decenni, la specie si trova ora in maniera abbondante solo in montagna (BERNONI *et al.*, 2002; CAMPEDELLI & CUTINI, 2010); anche in Sicilia la specie si trova come nidificante in ambiti montani (IAPICCHINO & MASSA, 1989; CORSO, 2005) soprattutto oltre gli 800 m (IENTILE & MASSA, 2008), in generale limitata, soprattutto in ambiti mediterranei, probabilmente dal clima caldo e arido.

Per questa zona ornitologica hanno I.V. significativo diverse categorie di uso del suolo (Tab. 3), in particolare le diverse tipologie di boschi di latifoglie puri o misti (di querce caducifoglie, castagno, faggio) ma anche altre tipologie vegetazionali come le praterie. La distribuzione di queste tipologie forestali, esclusive in pratica delle montagne della Sicilia nord orientale (LA MANTIA *et al.*, 2001; CULLOTTA & MARCHETTI, 2007; CAMERANO *et al.*, 2011) conferma quindi pienamente quanto risulta dall'analisi delle specie indicatrici.

Allo stesso modo anche le categorie fitoclimatiche con I.V. significativo (Tab. 3), praticamente tutte quelle relative ai climi temperati presenti in Sicilia e anche quelle relative ai climi mediterranei più freschi, concordano con i caratteri evidenziati dalle specie indicatrici.

Questa zona ornitologica (per la quale hanno inoltre I.V. significativo anche le categorie geologiche che si riferiscono a rocce metamorfiche, vulcaniti e rocce dure, Tab. 3) è probabilmente quella ecologicamente meglio carat-

terizzata, essendo le evidenze che emergono dall'analisi delle specie indicatrici confermate chiaramente dall'analisi delle categorie di uso del suolo e fitoclimatiche. Inoltre, anche se alcune delle specie indicatrici sono piuttosto comuni e diffuse su buona parte dell'Isola, come picchio rosso maggiore o capinera, molte sono quelle esclusive, come picchio muratore e cincia bigia, o quasi, come succiacapre, cincia mora e averla piccola o comunque rare e localizzate altrove, come lodolaio, lui piccolo e rigogolo (IENTILE & MASSA, 2008) per cui la zona ornitologica risulta molto ben definita dal punto di vista geografico.

Caratteristiche generali della zonizzazione

Le zone ornitologiche individuate hanno tutte una coerenza geografica ed ecologica abbastanza evidente. Il numero di specie indicatrici è molto diverso a seconda della zona ornitologica, come del resto verificato in un simile lavoro riguardante la Svizzera (PASINELLI *et al.*, 2001) e non tutte risultano caratterizzate in maniera immediata dalle specie indicatrici. Lo sono in maniera chiara quella delle isole circumsiciliane, quella delle pianure costiere mediterranee e quella delle montagne temperate; lo sono anche, in maniera "meno univoca", probabilmente in ragione anche di una maggiore eterogeneità ambientale, quella dei sistemi agricoli mesomediterranei e quella delle aree montane mesomediterranee. Anche la regione ornitologica dei sistemi agricoli mediterranei steppici, sebbene ad un livello di significatività più basso, ha comunque alcune specie indicatrici che la caratterizzano in maniera netta. Rimane la zona ornitologica dei sistemi mediterranei della vite che, in senso ornitologico, è caratterizzata solo in "negativo", mancando di specie indicatrici. In ogni caso, anche per quest'ultima zona ornitologica, le categorie di uso del suolo forniscono ulteriori elementi di interpretazione utili alla definizione dei caratteri ecologici.

Il metodo adottato, del tutto oggettivo, suddivide l'isola in aree, le zone ornitologiche, con comunità di uccelli nidificanti simili; è importante considerare come la distinzione sia operata dalla comunità ornitica e non dalle singole specie che dunque, per quanto rientrano nel novero delle specie indicatrici, possono essere da sole insufficienti a caratterizzare una zona ornitologica; entrano tra le specie indicatrici, sia pure con valori di I.V. sempre molto bassi, ad esempio l'occhicotto *Sylvia melanocephala* (isole circumsiciliane), il beccamoschino e la gazza *Pica pica* (pianure costiere mediterranee), la cappellaccia (sistemi agricoli mesomediterranei), il colombaccio *Columba palumbus* e il cardellino *Carduelis carduelis* (montagne mesomediterranee), che rappresentano sei delle otto specie nidificanti più diffuse in Sicilia (SARÀ *et al.*, 2011), presenti praticamente in tutta l'Isola (IENTILE & MASSA, 2008).

Il carattere prevalentemente agricolo del territorio siciliano risulta evi-

dente dalle zone ornitologiche qui definite: ben tre, quella dei sistemi agricoli mediterranei della vite, quella dei sistemi agricoli mediterranei steppici e quella dei sistemi agricoli mesomediterranei, sono esplicitamente qualificate in senso agricolo e anche quella delle montagne mesomediterranee ha caratteristiche almeno parzialmente agricole, con molte specie indicatrici legate a zone coltivate. Complessivamente circa l'80% della superficie dell'isola ha comunità ornitiche caratterizzate prevalentemente in senso agricolo (Tab. 1). Il dato trova riscontro nella superficie occupate da vegetazione "naturale" (boschi e arbusteti) che in Sicilia copre, secondo i dati del recente inventario forestale, poco meno del 20% (HOFMANN *et al.*, 2011) e del resto, secondo BARBERA & CULLOTTA (2012), solo il 13% della superficie della Sicilia rientra in paesaggi che non hanno carattere prevalentemente agricolo.

Confronto con altre zonizzazioni

L'informazione di partenza, costituita dai quadrati 10x10 km, ha determinato un livello di dettaglio inferiore rispetto a quello di altre zonizzazioni (MAETZKE *et al.*, 2008; BARBERA & CULLOTTA, 2012) che pure hanno utilizzato, almeno in parte, le stesse cartografie di partenza (Corine Land Cover, fitoclima, substrati litologici), impiegate come base anche in questo lavoro per definire i confini delle zone ornitologiche. In ogni caso il confronto dei pattern generali individuati fornisce indicazioni piuttosto chiare.

Per quanto riguarda le suddivisioni su base climatica, una corrispondenza generale tra le due zone ornitologiche montane (montagne temperate e montagne mesomediterranee) e i climi appunto più freschi della regione, si trova già con vecchie zonizzazioni fitoclimatiche prodotte a scala nazionale come quella di PAVARI (1916), secondo la quale corrispondono appunto a queste due zone ornitologiche le zone fitoclimatiche del Fagetum, del Castanetum e la sottozona fredda del Lauretum (PIUSSI, 1994). Anche con carte più dettagliate (BLASI *et al.*, 2004; BLASI, 2010) si mantiene una buona corrispondenza tra queste due zone ornitologiche e i climi in generale più temperati. Considerando in particolare gli ombrotipi (cioè classificazioni basate in sostanza sulle precipitazioni), la corrispondenza riguarda sia la zona ornitologica delle montagne temperate sia quella delle montagne mesomediterranee che, nel loro complesso coincidono in maniera piuttosto precisa con le aree più umide dell'isola. Se consideriamo invece i termotipi (cioè classificazioni basate in sostanza sulle temperature), la corrispondenza è meno precisa e comunque sostanzialmente limitata alla sola zona ornitologica delle montagne temperate.

Le corrispondenze con zonizzazioni climatiche e fitoclimatiche sono quindi sostanzialmente limitate e questo determina lo scarso grado di sovrapposizione anche con le zonizzazioni che ne derivano come le ecoregioni d'I-

talia di BLASI *et al.* (2010) o ne sono comunque fortemente determinate, come le zone ecologicamente omogenee di MAETZKE *et al.* (2008). Nel primo caso una corrispondenza evidente si ha solo per la zona ornitologica delle isole circumsiciliane (corrispondente alle due province dell'Arco Eoliano e del Blocco Pelagico), nel secondo caso una certa sovrapposizione si riscontra per la zona ornitologica delle pianure costiere con la "zona depositi alluvionali della fascia termoditerranea".

Più interessante appare il confronto con i macro-paesaggi individuati da BARBERA & CULLOTTA (2012). Oltre la coincidenza tra la zona ornitologica delle isole circumsiciliane e il "paesaggio delle isole circumsiciliane", si possono in questo caso evidenziare altre corrispondenze. Una buona sovrapposizione si può rilevare tra la zona ornitologica delle pianure costiere mediterranee e il "paesaggio costiero e subcostiero delle colture intensive irrigue" (tranne che per le coste dell'estremo settore sud-orientale, incluse nella prima ma non nel secondo) e tra la zona ornitologica dei sistemi agricoli mediterranei della vite e il "paesaggio collinare delle colture arboree specializzate in asciutto" (ad esclusione del settore centro-meridionale dove una buona parte di territorio è inclusa nel secondo ma non nella prima). Un certo grado di corrispondenza si può rilevare anche tra la zona ornitologica delle montagne temperate e il "paesaggio forestale"; quest'ultimo comunque si trova in parte incluso nella zona ornitologica sopra indicata, e in parte, anche se in maniera molto più frammentata, in particolare nella parte più occidentale dell'isola, nella zona ornitologica delle montagne mesomediterranee. Le corrispondenze evidenti si fermano qui; quest'ultima zona ornitologica comprende infatti anche parte del "paesaggio dei seminativi e prati-pascoli arborati" e, in minor misura altri tipi di paesaggio, mentre nella zona ornitologica dei sistemi agricoli mesomediterranei risultano inclusi il "paesaggio mediterraneo aperto dei seminativi e dei prati pascoli" e il "paesaggio della coltura promiscua", ma anche ampie aree afferenti al "paesaggio collinare delle colture arboree specializzate in asciutto" e al "paesaggio dei seminativi e dei prati-pascoli arborati". Infine la zona ornitologica dei sistemi mediterranei steppici comprende per la maggior parte aree appartenenti al "paesaggio mediterraneo aperto dei seminativi e dei prati pascoli", che tuttavia è ampiamente rappresentato anche in altre zone ornitologiche.

CONCLUSIONI

Il confronto con i macro-paesaggi rivela molte corrispondenze che indicano prima di tutto la congruenza di scala tra le due zonizzazioni; è del resto noto da tempo come le comunità ornitiche rispondano a parametri di pae-

saggio (HINLSEY *et al.*, 1995), anche in ambiente mediterraneo (SANTOS *et al.*, 2002) ed appare conseguente come ad un sistema definito di paesaggio possa corrispondere una determinata comunità ornitica. Appare invece assai meno stringente la corrispondenza con zonizzazioni di tipo climatico e fitoclimatico. Il clima è certamente un fattore determinante nella distribuzione a scala vasta delle specie animali, come indicano anche studi recenti proprio sugli uccelli (FORSMAN & MÖNKKÖNEN, 2003) e recenti analisi sui pattern distributivi generali della fauna vertebrata in Sicilia hanno rilevato il ruolo di alcuni fattori climatici anche a scala regionale (SARÀ *et al.*, 2011); tuttavia, in un contesto come quello siciliano, e più in generale mediterraneo, dove l'uomo e la sua azione sono da millenni un fattore attivo al pari di quelli "naturali" nelle dinamiche ecologiche (BLONDEL & ARONSON, 1999), concetti come fitoclima e vegetazione potenziale, utilizzati come categorie interpretative anche per aspetti non strettamente climatici o vegetazionali, mostrano dei limiti.

In sostanza la distribuzione degli uccelli nidificanti (ed in generale di gruppi animali) segue schemi diversi da quelli individuati da zonizzazioni ecologiche costruite con criteri di tipo esclusivamente climatico o fitoclimatico o comunque non tengono direttamente conto di elementi di tipo zoogeografico. Incoerenze o discrepanze di questo tipo, che si evidenziano anche con alcune zonizzazioni basate sulla reale distribuzione delle specie animali a livello nazionale (STOCH, 2006), indicano la necessità, per scopi specifici riguardanti la fauna o parte di questa (ad esempio stratificare il campione per piani di monitoraggio, differenziare le analisi tra diverse ecoregioni, pianificare una rete di aree protette o valutarne l'efficienza ecc.) di specifiche analisi della distribuzione della fauna stessa. Approcci di questo tipo sono già stati adottati in alcuni paesi proprio utilizzando gli uccelli (WHITEHEAD *et al.*, 1992; STILLMANN & BROWN, 1998) ma anche altri taxa, sebbene l'insufficiente conoscenza dei quadri distributivi possa costituire un limite importante (CAREY *et al.*, 1995). La banca dati dell'Atlante dei Vertebrati della Sicilia (AA.VV., 2008) contiene dati dettagliati e sufficientemente precisi sulla distribuzione nell'isola di tutti i vertebrati terrestri (ad eccezione dei chiroterteri per i quali al momento le informazioni distributive sono molto scarse, AGNELLI *et al.*, 2008) ed è quindi un prezioso serbatoio per studi di tipo zoogeografico ed ecologico (SARÀ *et al.* 2011). Tali dati hanno permesso di evidenziare, con l'analisi qui presentata, dei modelli di distribuzione delle comunità animali, nel caso specifico degli uccelli nidificanti, abbastanza ben delineati. La suddivisione in zone ornitologiche che ne è derivata, costruita con criteri interamente oggettivi, costituisce quindi, oltre che un elemento conoscitivo, anche uno strumento di analisi ed eventualmente di pianificazione per gli studi zoologici in una realtà come quella della Sicilia che, pur nell'estensione limitata di una sola regione, presenta una grande diversificazione in termini zoogeografici ed ecologici.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2008 — Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri. — Studi e Ricerche 6, *ARPA Sicilia*, Palermo, 536 pp.
- AGNELLI P., DI SALVO I., RUSSO D. & SARÀ M., 2008 — Chiroterrofauna della Sicilia (Mammalia Chiroptera). Pp. 26-40 in: AA.VV., Atlante della biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri. — Studi e Ricerche 6, *ARPA Sicilia*, Palermo.
- ANDREOTTI A. & LEONARDI G. (eds.), 2007 — Piano d'azione nazionale per il Lanario (*Falco biarmicus feldeggii*). — *Quad. Conserv. Natura*, 24. ISPRA, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 109 pp.
- ANDREOTTI A. & LEONARDI G. (eds.), 2009 — Piano d'azione nazionale per il Capovaccaio (*Neophoron percnopterus*). — *Quad. Conserv. Natura*, 30. ISPRA, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 115 pp.
- BAILEY R.G., 1998 — Ecoregions: ecosystem geography of the oceans and continents. — *Springer-Verlag*, New York, 192 pp.
- BAILEY R.G., 2005 — Identifying Ecoregions Boundaries. — *Environ. Manage.*, 34 (Suppl. 1): S14-S26.
- BAILEY R.G. & HOGGS H.C., 1986 — A world ecoregions map for resource reporting. — *Environ. Conserv.*, 13: 195-202.
- BARBATI A., BLASI C., CORONA P., TRAVAGLINI D. & CHIRICI G., 2004 — Applicazione della cartografia Corine Land Cover per la macrocaratterizzazione dei paesaggi italiani. Pp. 265-270 in: Atti della 8ª Conferenza Nazionale ASITA Geomatica, standardizzazione, interoperabilità, e nuove tecnologie. — *ASITA*, Vol. 1.
- BARBERA G. & CULLOTTA S., 2012 — An Inventory Approach to the Assessment of Main Traditional Landscapes in Sicily (Central Mediterranean Basin). — *Landscape Res.*, iFirst article: 3-31.
- BERNETTI G., 2005 — Atlante di Selvicoltura. — *Edagricole*, Bologna, 496 pp.
- BERNONI M., FARINA F. & FORNASARI L., 2002 — Averla piccola *Lanius collurio*. Pp. 104-105 in: Fornasari L., De Carli E., Brambilla S., Buvoli L., Maritan E. & Mingozi T. (eds.), Distribuzione dell'avifauna nidificante in Italia: primo bollettino del progetto di monitoraggio MITO2000. — *Avocetta*, 26 (2).
- BIONDI E., ALLEGREZZA M., CASAVECCHIA S., PESARESI S. & VAGGE I., 2006 — Lineamenti vegetazionali e paesaggio vegetale dell'Appennino settentrionale. — *Biogeographia*, 27: 35-129.
- BIONDI M. & PIETRELLI L., 2011 — Consistenza, distribuzione e problematiche relative alla presenza del Frattino (*Caradrius alexandrinus*) in Italia. Pp. 215-239 in: Biondi M. & Pietrelli L. (eds.), Il Frattino: status, biologia e conservazione di una specie minacciata Atti del convegno nazionale. — *Ed. Belvedere*, Latina.
- BLASI C., 2010 — La vegetazione d'Italia. Con Carta delle Serie di Vegetazione in scala 1:500000. — *Palombi Ed.*, Roma, 539 pp.
- BLASI C., CAPOTONTI G., SMIRAGLIA D., GUIDA D., ZAVATTERO L., MOLLO B., FRONDONI R. & COPIZ R., 2010 — Le Ecoregioni d'Italia. Contributo tematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità. — *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura e del Mare*, pp. 16.
- BLASI C., CIANCIO O., IOVINO F., MARCHETTI M., MICHETTI L., DI MARZIO P., ERCOLE S. & ANZELLOTTI I., 2004 — Il contributo delle conoscenze fitoclimatiche e vegetazionali nella definizione della rete ecologica d'Italia. Pp. 161-180 in: Blasi C., d'Antoni S., Dupré E. & La Posta A. (eds.), Atti del Convegno La conoscenza botanica e zoologica in Italia: dagli inventari al monitoraggio. — *Quad. Conserv. Natura*, 18. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.
- BRICHETTI P. & FRACASSO G., 2006 — Ornitologia italiana. Vol. 3 Stercorariidae-Caprimulgidae. — *A. Perdisa Ed.*, Bologna, 437 pp.

- BRYCE S.A. & CLARKE S., 1996 — Landscape-level ecological region: linking state-level ecoregion frameworks with stream habitat classification. — *Environ. Manage.*, 20 (3): 297-311.
- BULGARINI F., FERRONI F., PETRELLA S. & TEOFILI C., 2006a — Individuazione di aree strategiche per la conservazione della biodiversità: applicazione della metodologia ecoregionale. — *Biogeographia*, 27: 255-273.
- BULGARINI F., PETRELLA S. & TEOFILI C. (eds.), 2006b — La conservazione della biodiversità nell'Ecoregione Mediterranea Centrale. — *WWF Italia, MIUR*, Roma, 175 pp.
- CALIENDO M.F. & FULGIONE D., 2010 — Storno nero *Sturnus unicolor*. Pp. 182-183 in: Fornasari L., Londi G., Buvoli G., Tellini Florenzano G., La Gioia G., Pedrini P., Brichetti P. & De Carli E. (eds.), Distribuzione geografica e ambientale degli uccelli comuni nidificanti in Italia, 2000-2004 (dati del progetto MITO2000). — *Avocetta*, 34 (2).
- CAMERANO P., CULLOTTA S. & VARESE P. (eds.), 2011 — Strumenti conoscitivi per la gestione delle risorse forestali della Sicilia. Tipi Forestali. — *Regione Sicilia*, 192 pp.
- CAMPEDELLI T. & CUTINI S., 2010 — Averla piccola *Lanius collurio*. Pp. 166-167 in: Fornasari L., Londi G., Buvoli G., Tellini Florenzano G., La Gioia G., Pedrini P., Brichetti P. & De Carli E. (eds.), Distribuzione geografica e ambientale degli uccelli comuni nidificanti in Italia, 2000-2004 (dati del progetto MITO2000). — *Avocetta*, 34 (2).
- CAREY P.D., PRESTON C.D., HILL M.O., USHER M.B. & WRIGHT S.M., 1995 — An environmentally defined biogeographical zonation of Scotland designed to reflect species distributions. — *J. Ecology*, 83: 833-845.
- CARRASCAL L.M. & LOBO J.M., 2003 — Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna Española y consecuencias para su conservación. Pp. 651-668 in: Martí L. & Del Moral J.C. (eds.), Atlas de las aves reproductoras de España. — *Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Sociedad Española de Ornitología*, Madrid.
- CECCOLINI G., CENERINI A. & SARÀ M., 2006 — Il Capovaccaio, specie prossima all'estinzione? Pp. 351-365 in: Fraissinet M. & Petretti F. (eds.), Salvati dall'Arca. — *WWF Italia, A. Perdisa Ed.*, Bologna.
- CECERE J., ROSSI P., SILVA L. & TELLINI FLORENZANO G., 2011 — Uccelli comuni in Italia. Gli andamenti di popolazione dal 2000 al 2010. — *Rete Rurale Nazionale, LIPU*, 35 pp.
- CLELAND C.T., AVERS P.E., McNAB W.H., JENSEN M.E., BAILEY R.G., KING T. & RUSSELL W.E., 1997 — National Hierarchical Framework of Ecological Units. Pp. 181-200 in: Boyce M.S. & Haney A. (eds.), Ecosystem Management Application for Sustainable Forest and Wildlife Resources. — *Yale University Press*, New Haven, USA.
- CORSO A., 2005 — Avifauna di Sicilia. — *L'Epos*, Palermo, 323 pp.
- CORSO A., 2009 — Successful mixed breeding of Atlas Long-legged Buzzard and Common Buzzard on Pantelleria, Italy, in 2008. — *Dutch Birding*, 31: 224-226.
- CORSO A. & GUSTIN M., 2009 — Status e migrazione pre-riproduttiva del falco della regina *Falco eleonora* in Sicilia. — *Alula*, 16 (1-2): 205-207.
- CULLOTTA S. & MARCHETTI M., 2007 — Forest types for biodiversity assessment at regional level: the case study of Sicily (Italy). — *Eur. J. For. Res.*, 126: 431-447.
- DI VITTORIO M. & SARÀ M., 2009 — La preferenza dell'habitat dell'Aquila reale *Aquila chrysaetos* in Sicilia. — *Alula*, 16 (1-2): 219-221.
- DINERSTEIN E., POWELL G., OLSON D., WIKRAMANAYAKE E., ABELL R., LOUCKS C., UNDERWOOD E., ALLNUTT T., WETTENGEL W., RICKETTS T., STRAND H., O'CONNOR S. & BURGESS N., 2000 — A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Part I: Terrestrial Ecoregions. — *WWF Conservation Science program*, 249 pp.
- DRAGO A., 2005 — Atlante climatologico della Sicilia. Seconda edizione. — *Riv. ital. Agromet.*, 2: 67-83.

- DUFRESNE M. & LEGENDRE P., 1997 — Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. — *Ecol. Monogr.*, 67: 345-366.
- FIEROTTI G., 1988 — Carta dei suoli della Sicilia (Scala 1:2.500.000). — *Assessorato Territorio ed Ambiente Regione Siciliana, Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Agraria, Istituto di Agronomia generale, Cattedra di Pedologia.*
- FORSMAN J.T. & MÖNKKÖNEN M., 2003 — The role of climate in limiting european resident bird population. — *J. Biogeogr.*, 30: 55-70.
- GIACOIA V. & BELLINI F., 2008 — Capovaccaio *Neophron percnopterus*. Pp. 18-29 in: Bellini F., Cillo N., Giacoia V. & Gustin M. (eds.), *L'Avifauna d'interesse comunitario delle Gravine ioniche - Risultati di ricerche e monitoraggi effettuati nella ZPS e SIC "Area delle Gravine" dal 2004 al 2007.* — *Oasi LIPU Gravina di Laterza*, Taranto, 18-29 pp.
- GOSZ J.R., 1993 — Ecotone Hierarchies. — *Ecol. Appl.*, 3 (3): 369-376.
- GOSZ J.R. & SHARPE P.J.H., 1989 — Broad-scale concept for interaction of climate, topography and biota at biome transitions. — *Landscape Ecol.*, 3: 229-243.
- HINSLEY S.A., BELLAMY P.E., NEWTON I. & SPARKS T.H., 1995 — Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding bird species in woodland fragments. — *J. Avian Biol.*, 26: 94-104.
- HOFMANN A., CIBELLA R., BERTANI R., MIOZZO M., FANTONI I. & LUPPI S. (eds.), 2011 — Strumenti conoscitivi per la gestione delle risorse forestali della Sicilia. Sistema Informativo Forestale. Risultati del primo Inventario Regionale 2008/2009 — *Regione Sicilia*, 208 pp.
- HUNTLEY B., GREEN R.E., COLLINGHAM Y.C. & WILLIS S.G., 2007 — A climatic atlas of European breeding birds. — *Lynx Ed.*, Barcelona, 521 pp.
- IAPICHINO C. & MASSA B., 1989 — The Birds of Sicily: an annotated Checklist. — BOU Checklists 11. *Brit. Orn. Union*, London, 170 pp.
- IAPICHINO C. & CORSO A., 1998 — I rapaci svernanti in Sicilia negli anni 1990-1997. — *Alula*, 5 (1-2): 125-130.
- IENTILE R., 2011 — Stato di conservazione e fattori limitanti per la diffusione del Fratingo (*Charadrius alexandrinus*) in Sicilia. Pp. 61-66 in: Biondi M. & Pietrelli L. (eds.), *Il Fratingo: status, biologia e conservazione di una specie minacciata.* — *Ed. Belvedere*, Latina.
- IENTILE R., LA MANTIA T., MASSA B. & RÜHL J., 2011 — I cambiamenti nell'ecosistema della Riserva Naturale di Vendicari e gli effetti sull'avifauna. — *Ed. Danaus*, Palermo, 112 pp.
- IENTILE R. & MASSA B., 2008 — Uccelli (Aves). Pp. 115-212 in: AA.VV., *Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri.* — *Studi e Ricerche 6, ARPA Sicilia*, Palermo.
- JEPSON P. & WHITTAKER R.J., 2002 — Ecoregions in Context: a Critique with Special Reference to Indonesia. — *Conserv. Biol.*, 16 (1): 42-57.
- LA MANTIA T., 1997 — Il ruolo degli elementi diversificatori negli agroecosistemi mediterranei: valorizzazione e relazioni con le popolazioni di vertebrati. — *Naturalista sicil.*, 21 (suppl.): 175-211.
- LA MANTIA T., 2009 — La biodiversità delle formazioni naturali e seminaturali in Sicilia: cambiamenti e ipotesi di gestione. Pp. 199-204 in: Ciancio O. (ed.), *Atti Terzo Congr. Naz. Selv.* — *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Volume I.
- LA MANTIA T., MARCHETTI M., CULLOTTA S. & PASTA S., 2001 — Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali in Sicilia. II parte: descrizione delle categorie. — *Italia For. Mont.*, 1: 24-47.
- LIBERATORI F. & PENTERIANI V., 2001 — A long term analysis of the declining population of the Egyptian vulture in the Italian peninsula: distribution, habitat preference, productivity and conservation implications. — *Biol. Conserv.*, 101: 381-389.
- LO VALVO F. & MASSA B., 1995 — Breeding performance of *Parus caeruleus ultramarinus* on Pantelleria island (Sicilian Channel). — *Riv. ital. Orn.*, 65: 129-135.
- LO VALVO M., MASSA B. & SARÀ M. (eds.), 1993 — Uccelli e paesaggio in Sicilia alle soglie del terzo millennio. — *Naturalista sicil.*, 17 (suppl.): 1-373.

- LONDI G., TELLINI FLORENZANO G., CAMPEDELLI T. & FORNASARI L., 2010 — An ornithological zonation of Italy. Pag. 77 in: Bermejo A. (ed.), Bird Numbers 2010 "Monitoring, indicators and targets". Book of abstracts of the 18th Conf. Eur. Bird Census Council — *SEO/BirdLife*, Madrid.
- MAETZKE F., CULLOTTA S., LA MANTIA T., LA MELA VECA D.S. & PIZZURRO G.M., 2008 — Individuazione di aree ecologicamente omogenee e di un sistema di aree a priorità d'intervento per l'ampliamento della superficie forestale in Sicilia. — *Forest@*, 5: 280-295.
- MARICCHILOLO C., SAMBUCINI V., PUGLIESE A., MUNAFÒ M., CECCHI G. & RUSCO E., 2005 — La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000. — Rapporti APAT 36, APAT, Roma, pp. 86.
- MASCARA R. & SARÀ M., 2007 — Censimento di specie di uccelli steppico-cerearicole d'interesse comunitario nella piana di Gela (Sicilia sud-orientale) (Aves). — *Naturalista sicil.*, 31 (1-2): 27-39.
- MASSA B., 1978 — Observations on Eleonora's Falcon *Falco eleonora* in Sicily and surrounding islets. — *Ibis*, 120: 531-534.
- MASSA B. (ed.), 1985 — Atlas Faunae Siciliae: Aves (1979-1983). — *Naturalista sicil.*, 9 (numero speciale): 1-276.
- MASSA B. & CANALE E.D., 2008 — Valutazione della biodiversità in Sicilia. Pp. 237-248 in: AA.VV., Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri. — Studi e Ricerche 6, ARPA Sicilia, Palermo.
- MASSA B. & SCHENK H., 1983 — Similarità tra le avifaune della Sicilia, Sardegna e Corsica. — *Lav. Soc. ital. Biogeogr.*, 8: 757-799.
- MASSA B. & LA MANTIA T., 2007 — Forestry, pasture, agriculture and fauna correlated to recent changes in Sicily. — *Forest@*, 4 (4): 418-438.
- MASSA B., LA MANTIA T. & RIZZO R., 2008 — Status e andamento delle specie d'uccelli nidificanti in Sicilia. Pp. 213-235 in: AA.VV., Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri. — Studi e Ricerche 6, ARPA Sicilia, Palermo.
- MASSA B., LO VALVO F., SIRACUSA M. & CIACCIO A., 1991 — Il Lanario (*Falco biarmicus feldeggii* Schlegel) in Italia: status, biologia e tassonomia (Aves, Falconiformes). — *Naturalista sicil.*, 15: 27-63.
- MASSA B. & SIRACUSA M., 2009 — Agro-biodiversity evaluation in Sicilian farmlands entered into agri-environment scheme agreements. — *Avocetta*, 33: 32-43.
- MCCUNE B. & GRACE J.B., 2002 — Analysis of ecological communities. — *MJM Software Design*, Glenden Beach, Oregon (USA).
- OLSON M.D., DINERSTEIN E., WIKRAMANAYAKE K.E., BURGESS N.D., POWELL G.V.N., UNDERWOOD E.C., D'AMICO J.A., ITOUA I., STRAND H.E., MORRISON J.C., LOUCKS C.J., ALLNUTT T.F., RICKETTS T.H., KURA Y., LAMOREUX J.F., WETTENGEL W.W., HEDAO P. & KASSEM K.R., 2001 — Terrestrial Ecoregions of the World: a New Map of Life on Earth. — *BioScience*, 51 (11): 933-938.
- OMERNIK J.M., 1995 — Ecoregion: a framework for managing ecosystems. — *George Wright Soc. Forum*, 12: 353-50.
- OMERNIK J.M. & BAILEY R.G., 1997 — Distinguishing between watersheds and ecoregions. — *J. Amer. Water Res. Ass.*, 33 (5): 935-949.
- PASINELLI G., NAEF-DAENZER B., SCHIMD H., KELLER V., HOLZGANG O., GRAF R. & ZBINDEN N., 2001 — An avifaunal zonation of Switzerland and its relation to environmental condition. — *Global Ecol. & Biog.*, 10: 261-274.
- PAVARI A., 1916 — Studio preliminare sulla coltura di specie forestali esotiche in Italia. I: parte generale. — *Ann. R. Ist. sup. for. naz.*, Firenze, 221 pp.
- PIUSSI P., 1994 — Selvicoltura generale. — *UTET*, Torino, 421 pp.

- RICKETTS T., DINERSTEIN E., OLSON D., LOUCKS C., EICHBAUM W., KAVANAGH K., HEDAO P., HURLEY P., KARNEY K.M., ABELL R. & WALTER S., 1999 — Terrestrial ecoregions of North America: a conservation assessment. — *Island Press*, Washington, D.C., USA.
- SANTOS T., TELLERIA J.L. & CARBONELL R., 2002 — Bird conservation in fragmented Mediterranean forest of Spain: effect of geographical location, habitat and landscape degradation. — *Biol. Conserv.*, 105: 113-125.
- SARÀ M., 1998 — I Mammiferi delle isole del Mediterraneo. — *L'Epos*, Palermo, 166 pp.
- SARÀ M., 2008 — Mammiferi (Mammalia). Pp. 19-112 in: AA.VV., Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri — Studi e Ricerche 6, *ARPA Sicilia*, Palermo.
- SARÀ M. & DI VITTORIO M., 2003 — Factors influencing the distribution, abundance and nest-site selection of an endangered Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) population in Sicily. — *Animal Conserv.*, 6: 317-328.
- SARÀ M. & ZANCA L., 2006 — Status del Nibbio reale e del Nibbio bruno in Sicilia. Pag. 37 in: Allavena S., Andreotti A., Angelini J. & Scotti M. (eds.), Status e conservazione del Nibbio reale (*Milvus milvus*) e del Nibbio bruno (*Milvus migrans*) in Italia e in Europa meridionale. — *Parco Gola della Rossa, Comunità Montana Esino-Frasassi, Altura*.
- SARÀ M., MASCARA R. & GIUDICE E., 2009a — Valore ornitologico nella ZPS ITA 050012 "Torre Manfria, Biviere e Piana di Gela" (Sicilia). — *Alula*, 16 (1-2): 573-575.
- SARÀ M., GRENCI S. & DI VITTORIO M., 2009b — Status of Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in Sicily. — *J. Raptor Res.*, 43 (1): 66-69.
- SARÀ M., MASSA B. & DI VITTORIO M., 2011 — La ricchezza specifica dei vertebrati in Sicilia. — *Biogeographia*, 30: 637-650.
- SORACE A. & FORNASARI L., 2010 — Merlo *Turdus merula*. Pp. 96-97 in: Fornasari L., Londi G., Buvoli G., Tellini Florenzano G., La Gioia G., Pedrini P., Brichetti P. & De Carli E. (eds.), Distribuzione geografica e ambientale degli uccelli comuni nidificanti in Italia, 2000-2004 (dati del progetto MITO2000). — *Avocetta*, 34 (2).
- SPINA F. & LEONARDI G., 2007 — Piano d'azione nazionale per il Falco della regina (*Falco eleonora*). — *Quad. Cons. Natura*, 26. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, INFS, 69 pp.
- STILLMANN R.A. & BROWN A.F., 1998 — Pattern in the distribution of Britain's upland breeding birds. — *J. Biogeogr.*, 25: 73-82.
- STOCH F., 2006 — L'assetto zoogeografico dell'Appennino centro-settentrionale. — *Biogeographia*, 27: 131-152.
- TINARELLI R., ALESSANDRIA G., GIOVACCHINI P., GOLA L., IENTILE R., MESCHINI A., NISSARDI S., PARODI R., PERCO F., TAIARIOL P.L. & ZUCCA C., 2009 — Consistenza e distribuzione dell'occhione in Italia: aggiornamento al 2008. Pp. 45-50 in: Giunchi D., Pollonara E. & Baldaccini N.E. (eds.), L'occhione (*Burbinus oedichnemus*): Biologia e conservazione di una specie di interesse comunitario-Conservazione e Gestione della Natura. — Atti della giornata di studio. *Parco Fluviale Regionale del Taro, Quaderni di documentazione*, 7: 45-50.
- UDVARDY M.D.F., 1975 — A classification of the biogeographical provinces of the world. — *International Union of Conservation of Nature*, Morges (Switzerland), 49 pp.
- WHITEHEAD P.J., BOWMAN D.M.J.S. & TIDEMAN S.C., 1992 — Biogeographic patterns, environmental correlates and conservation of avifauna in the Northern Territory, Australia. — *J. Biogeogr.*, 19: 151-161.

Indirizzo degli autori — G. LONDI, G. TELLINI FLORENZANO, T. CAMPEDELLI, S. CUTINI, Dream Italia, via Garibaldi, 3 - 52015 Pratovecchio (AR); e-mail: guglielmolondi@yahoo.it; B. MASSA, Dipartimento Demetra, Università di Palermo, Viale delle Scienze - 90128 Palermo (I); e-mail: bruno-massa@unipa.it

