

STEFAN ZERBE¹, GIANMARIA BONARI¹, TIM DRISSEN², ROBIN STADTMANN³,
JULIA T. TREITLER², REBECCA WINTER², SIMONETTA BAGELLA⁴, MARTIN SAUERWEIN⁵
& JASMIN MANTILLA CONTRERAS⁶

¹ *Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italia*

² *Istituto di Biologia e Chimica, Università di Hildesheim, Hildesheim, Germania*

³ *Dipartimento della protezione del suolo e del rilevamento del suolo,
Autorità statale per le miniere, l'energia e la geologia, Hannover, Germania*

⁴ *Dipartimento di Scienze Chimiche, Fisiche, Matematiche e Naturali, Università di Sassari, Sassari, Italia*

⁵ *Istituto di Geografia, Università di Hildesheim, Hildesheim, Germania*

⁶ *Stazione biologica Siegen-Wittgenstein, Kreuztal, Germania*

Autore corrispondente: Gianmaria Bonari, gianmaria.bonari@unibz.it

DIVERSITÀ ECOSISTEMICA NEL PARCO NAZIONALE DELL'ASINARA (SARDEGNA, ITALIA)

ARTICOLO RICEVUTO IL 21/07/2022 | ARTICOLO ACCETTATO IL 02/08/2022 | PUBBLICATO ONLINE IL 30/12/2022

Abstract - STEFAN ZERBE, GIANMARIA BONARI, TIM DRISSEN, ROBIN STADTMANN, JULIA T. TREITLER, REBECCA WINTER, SIMONETTA BAGELLA, MARTIN SAUERWEIN & JASMIN MANTILLA CONTRERAS - Ecosystem diversity in the Asinara National Park (Sardinia, Italy).

Protected areas are a useful tool for maintaining biodiversity at the ecosystem, landscape and species level, but also for promoting ecosystem services. Among the Italian national parks, one of the most biologically interesting is the Asinara National Park, an island in the north-west of Sardinia. In this paper, we have summarised current knowledge on flora, fauna, vegetation and habitat, also considering abiotic environmental factors and the landscape history of this area based on more than 70 studies. Future management of the National Park should be based on the combination of the island's unique natural and cultural resources.

Keywords: cultural landscape, grazing, habitat, management plan, protected area, soil, vegetation.

Riassunto - STEFAN ZERBE, GIANMARIA BONARI, TIM DRISSEN, ROBIN STADTMANN, JULIA T. TREITLER, REBECCA WINTER, SIMONETTA BAGELLA, MARTIN SAUERWEIN & JASMIN MANTILLA CONTRERAS - Diversità ecosistemica nel Parco Nazionale dell'Asinara (Sardegna, Italia).

Le aree protette costituiscono uno strumento utile per mantenere la biodiversità a livello ecosistemico, di paesaggio e di specie, ma anche per la promozione dei servizi ecosistemici. Tra i parchi nazionali italiani, uno dei più interessanti dal punto di vista biologico è il Parco Nazionale dell'Asinara, una piccola isola nel nord-ovest della Sardegna. In questo lavoro abbiamo fatto una sintesi delle conoscenze attuali su flora, fauna, vegetazione e habitat,

considerando anche i fattori ambientali abiotici e la storia del paesaggio di questo territorio basandoci su più di 70 studi. La gestione futura del Parco Nazionale dovrebbe basarsi sulla combinazione delle risorse naturali e di quelle culturali uniche di quest'isola.

Parole chiave: area protetta, endemismo, habitat, paesaggio culturale, pascolo, piano di gestione, suolo, vegetazione.

1 INTRODUZIONE

In tutto il mondo, la biodiversità è in continuo e drammatico declino (IPBES, 2018), tanto che si parla di “sesta estinzione di massa del pianeta Terra” (BARNOSKY *et al.*, 2011; CEBALLOS *et al.*, 2017). Le principali cause di questo declino sono il cambio di destinazione d'uso del territorio, l'urbanizzazione e l'uso non sostenibile delle risorse naturali, associati con il cambiamento climatico (IPCC, 2021, ZERBE, 2022). Nel quadro degli sforzi da compiere per l'attuazione degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (DSDG, 2020) sui sistemi terrestri, costieri e marini, le aree naturali protette sono cruciali. Attualmente la superficie totale di aree protette è circa il 15% sulla terraferma (CBD, 2020), ma i ricercatori suggeriscono di mantenere e ripristinare gli habitat naturali su “almeno il 50% della superficie terrestre” (DINERSTEIN *et al.*, 2019).

I parchi nazionali rappresentano una strategia di conservazione per proteggere le specie le cui popolazioni sono suscettibili all'impatto umano e per promuovere i processi naturali degli ecosistemi. La IUCN definisce i parchi nazionali come aree protette di categoria II cioè “grandi aree naturali o quasi naturali per proteggere processi ecologici su larga scala, insieme alle specie ed ecosistemi caratteristici dell'area, che forniscono una base anche per opportunità spirituali, scientifiche, educative, ricreative e di visita compatibili con l'ambiente e la cultura” (DUDLEY, 2008). L'isola dell'Asinara è uno dei 25 parchi nazionali italiani ed è considerata una delle aree protette più importanti e interessanti d'Italia (CINQUEPALMI *et al.*, 2010). Come molti altri parchi nazionali in Italia e in Europa, l'isola combina caratteristiche naturali, semi naturali e culturali che spiegano la diversità di specie ed ecosistemi ivi presenti (ZERBE, 2022). L'isola è stata studiata in maniera approfondita per quanto riguarda la flora, la fauna, la vegetazione, gli habitat, l'uso del suolo e la storia dell'uso del suolo. In questo lavoro, abbiamo preso in esame la ricca bibliografia relativa a questo territorio per offrire una panoramica utile per lo sviluppo futuro del Parco.

2 METODI

2.1 Area di studio

L'isola dell'Asinara, con una superficie di 51,9 km², si trova a nord-ovest della Sardegna (Italia). È un Parco Nazionale dal 1997 e un'Area Marina Protetta dal 2002 (VILLA *et al.*, 2002; CASU *et al.*, 2006). Inoltre, fa parte della rete europea Natura 2000 (Zona Speciale di Conservazione “Isola dell'Asinara”, ITB010082).

L'isola è diventata un'importante destinazione turistica da quando, con la dismissione della colonia penale presente sull'isola per 112 anni, è stato consentito di visitarla. In base ai dati del Parco, il numero di turisti stimati, pari a 81.400 nel 2010, è aumentato più o meno costantemente fino a 121.597 nel 2016 (CORBAU *et al.*, 2019). Il numero massimo di turisti si registra nella stagione estiva, tra maggio e settembre. Oltre al suo paesaggio peculiare, l'isola offre ai visitatori una storia e una cultura uniche (CARBONI *et al.*, 2015). Testimonianze dell'antica storia di questa isola risalgono al Neolitico e arrivano fino ai giorni nostri (CORBAU *et al.*, 2018).

2.2 Analisi

Per la nostra analisi, abbiamo considerato la letteratura prodotta tra il 1909 e il 2022 riguardante specificamente l'Asinara o aree più ampie nelle quali è ricompresa. La nomenclatura delle specie e delle comunità vegetali citate in questo studio è quella originale degli studi quali si riferiscono.

3 RISULTATI

Complessivamente, abbiamo preso in considerazione 73 studi, di cui 13 riguardano la geologia, la geomorfologia e il suolo, 3 il clima, 15 la flora, 7 la vegetazione e gli habitat, 23 la fauna, 12 l'uso del suolo e la sua storia e 3 i servizi ecosistemici (Tabella 1).

Tab. 1 - Letteratura relativa al Parco Nazionale dell'Asinara pubblicata tra il 1909 e il 2022.

Focus della ricerca	Letteratura
Geologia, geomorfologia e suolo	DI PISA <i>et al.</i> (1993), OGGIANO (1993), GINESU <i>et al.</i> (1998), CAROSI <i>et al.</i> (2004), DONDA <i>et al.</i> (2008), IACOPINI <i>et al.</i> (2008), MARINI (2008), OGGIANO (2008), STADTMANN <i>et al.</i> (2013), CUCCURU <i>et al.</i> (2018), ROMEO <i>et al.</i> (2019), CAROSI <i>et al.</i> (2020), STADTMANN (2021).
Clima	DELITALA <i>et al.</i> (1998), CANU <i>et al.</i> (2015), GRAEN <i>et al.</i> (2015)
Flora	MANTERO (1909), ZODDA (1914), BOCCHIERI (1988, 1993), COSSU & GAZALE (1990, 1997, 1998), COSSU <i>et al.</i> (1992a, 1992b), DIANA & CORRIAS (1998), VALSECCHI (1998), COSSU <i>et al.</i> (2000), CASU <i>et al.</i> (2006), BOCCHIERI & FILIGHEDDU (2008), COGONI <i>et al.</i> (2009), COSSU & DE LUCA (2015).
Vegetazione e habitat	CAMARDA <i>et al.</i> (1998), BOCCHIERI & FILIGHEDDU (2008), PISANU <i>et al.</i> (2014), STADTMANN <i>et al.</i> (2016), MANTILLA-CONTRERAS <i>et al.</i> (2018), DRISSEN <i>et al.</i> (2022).
Fauna	TUNESI <i>et al.</i> (2001), LAURIANO <i>et al.</i> (2003), ZUFFI & CORTI (2003), PAIS <i>et al.</i> (2004), CASU <i>et al.</i> (2004, 2006), CORTI <i>et al.</i> (2004, 2005, 2006), CATALANO <i>et al.</i> (2007), STRUMIA <i>et al.</i> (2007), MONBAILLIU & Torre (2008), COLLI <i>et al.</i> (2013), TREITLER <i>et al.</i> (2017a, b), WINTER <i>et al.</i> (2017), Padiglia <i>et al.</i> (2018), TREITLER (2019), MANCONI <i>et al.</i> (2019), TREITLER <i>et al.</i> (2019), CAPPAI <i>et al.</i> (2020), WINTER <i>et al.</i> (2020).
Uso del territorio e storia dell'uso	CAMARDA <i>et al.</i> (1998), BRANDIS <i>et al.</i> (2001), VILLA <i>et al.</i> (2002), DONEDDU (2008), FALQUI & VIRDIS (2008), MASSIDA (2008), PISANU <i>et al.</i> (2012), PULINA & MELEDDU (2012), STADTMANN <i>et al.</i> (2013), CARBONI <i>et al.</i> (2015), TROMBADORE <i>et al.</i> (2018), STADTMANN (2021).
Servizi ecosistemici	SCHIRRU <i>et al.</i> (2019), FLORIS <i>et al.</i> (2020), STADTMANN (2021).

3.1 Geologia, geomorfologia e suolo

Il substrato è costituito principalmente da diversi complessi metamorfici (in gran parte micascisti, paragneiss, ortogneiss e migmatiti) e da formazioni magmatiche intrusive di tipo granitico (CAROSI *et al.*, 2004). Il suolo è caratterizzato da un mosaico di tipologie dominate principalmente da variazioni di leptosols, cambisols e luvisols (STADTMANN, 2021). La costa occidentale presenta scogliere scoscese e un'erosione attiva che determina frane e la presenza di grotte. La costa orientale è per lo più bassa e con spiagge sabbiose (OGGIANO, 1993; GINESU *et al.*, 1998; DONDA *et al.*, 2008; MARINI, 2008; ROMEO *et al.*, 2019). A Punta della Scomunica, nella parte nord-occidentale, si raggiunge la massima quota di 408 m s.l.m.

L'idrologia dell'Isola dell'Asinara è caratterizzata da acque superficiali presenti periodicamente (GIGLIO, 1970; STADTMANN, 2021).

Nei complessi metamorfici – che presentano per lo più pendii ripidi e piccoli fondovalle, i suoli in posizioni esposte – sono poco profondi, con scarsa disponibilità di nutrienti e limitata ritenzione idrica. Le aree di fondovalle presentano suoli più profondi, ma ancora con una disponibilità di nutrienti e ritenzione idrica

medio-bassa. In confronto, il paesaggio pedologico nel complesso magmatico granitico è geomorfologicamente più dolce. Inoltre la struttura densa del granito, favorisce il ristagno idrico nei fondovalle (WORKING GROUP WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES, 2015; STADTMANN, 2021).

L'assetto attuale dei suoli è stato modificato dalle attività agricole, ad esempio dalla creazione di terrazzamenti e dagli incendi (STADTMANN, 2021).

Le morfologie dei fondali marini poco profondi intorno all'isola dell'Asinara sono state studiate da DONDA *et al.* (2008). Essi hanno evidenziato quattro facies che rappresentano (i) sabbia fine, (ii) sabbia medio-grossa, (iii) copertura sabbiosa a chiazze tra gli affioramenti del basamento e (iv) fondale prevalentemente sabbioso colonizzato dalla pianta *Posidonia oceanica*. Inoltre, ROMEO *et al.* (2019) hanno presentato una mappa batimetrica ad alta risoluzione della Riserva Marina e la distribuzione dei tipi di fondale, compreso lo spessore dei sedimenti, distinguendo tra i) sedimenti grossolani/fini, ii) rocce affioranti e iii) rocce subaffioranti sotto sedimenti di spessore inferiore a 1 metro.

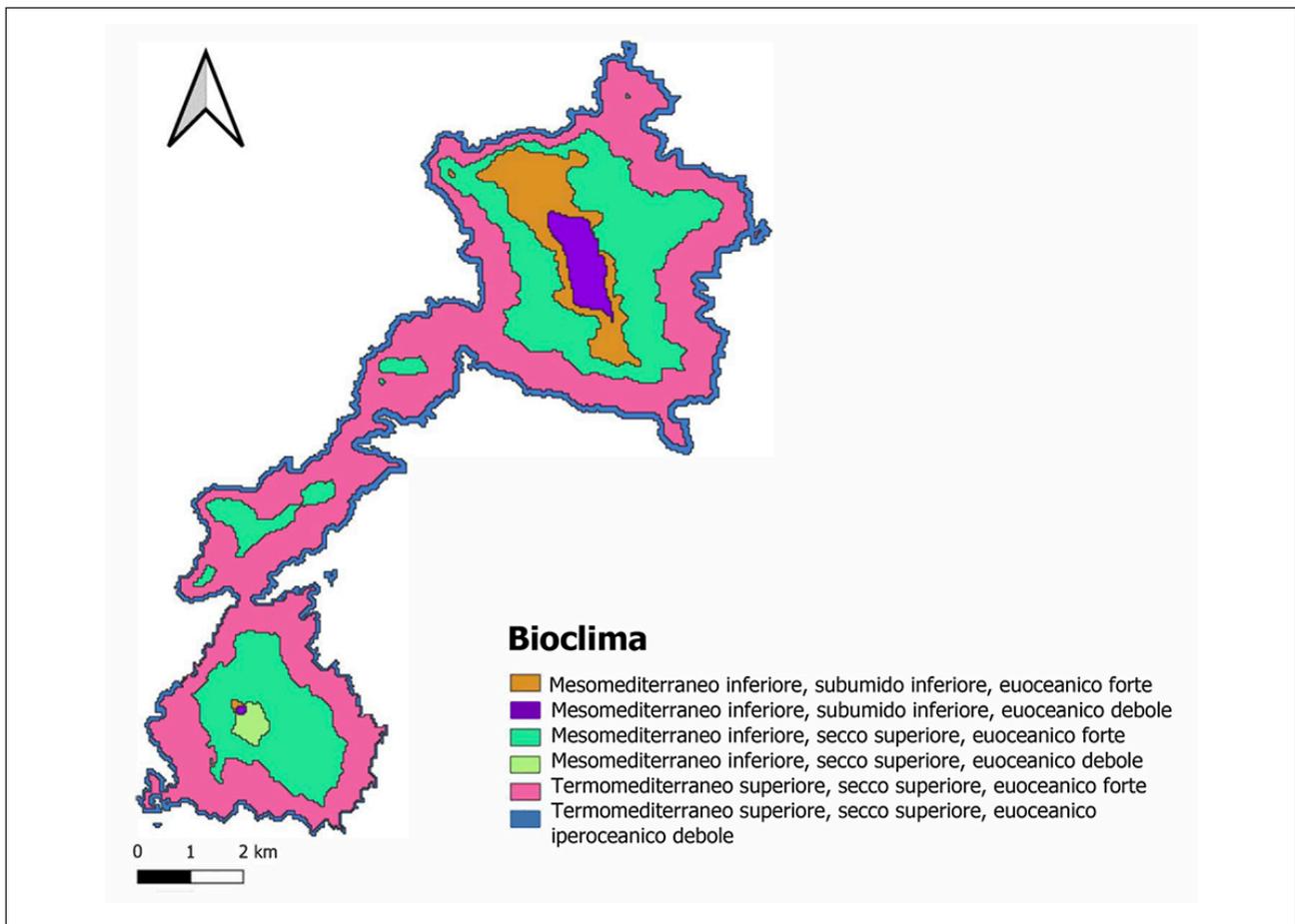


Fig. 1 - Mappa bioclimatica dell'Isola dell'Asinara secondo CANU *et al.*, 2015.

3.2 Clima

Il macrobioclima dell'Isola dell'Asinara è classificato come mediterraneo pluvistagionale oceanico, con diversi bioclimi – compresi nei termotipi termo – e mesomediterraneo (Fig. 1). La temperatura media annua è di 17,7 °C, con i valori massimi in agosto e i minimi in febbraio. Le precipitazioni medie annue sono di circa 430 mm, con un massimo tra ottobre e aprile (DRISSEN *et al.*, 2019). Caratteristici dell'isola, e in particolare della costa occidentale, sono i forti venti e le tempeste che colpiscono frequentemente l'isola, solitamente provenienti da ovest o da nord-ovest (DONDA *et al.*, 2008). In accordo con il Soil Aridity Index, l'isola è classificata come xerica secca (COSTANTINI *et al.*, 2013).

3.3 Flora

La flora dell'isola è stata censita da diversi studi, molti dei quali sulle specie di piante vascolari, ma anche sulle briofite e le alghe. Una lista floristica completa dell'Asinara è stata redatta circa 5 anni fa da BOCCHIERI (1988). Sulla base di questi studi, la flora dell'isola è composta

da 714 specie e sottospecie. Tra queste, 35 sono endemiche esclusive della Sardegna o del settore insulare del Mediterraneo centro-occidentale, rispettivamente (BOCCHIERI & FILIGHEDDU, 2008). L'isola dell'Asinara ospita quasi il 30% della flora sarda e il 20% della flora minacciata della Sardegna (BOCCHIERI & FILIGHEDDU (2008).

Le praterie di *Posidonia oceanica* lungo la costa sarda, in particolare intorno all'Isola dell'Asinara, sono considerate tra le più incontaminate del litorale italiano, con una densità dei germogli che è pari a 500-800 per m² (PADIGLIA *et al.*, 2018; vedi anche TELESKA *et al.*, 2015). La flora briofitica è stata studiata da COGONI *et al.* (2009), con l'individuazione di 59 specie di muschi, 13 specie di epatiche e 2 specie di antocerote, ritrovate in vari ambienti tra cui macchia, garighe, gole rocciose, resti di foreste e bordi delle strade. La maggior parte delle specie trovate sono considerate “comuni” e “ampiamente distribuite” in tutta la regione mediterranea. Lungo le coste dell'Asinara, anche la flora algale è stata oggetto di diversi studi. CASU *et al.* (2006), ad esempio,

hanno riportato le comunità di alghe fotofile sulle piattaforme rocciose intertidali, con *Padina pavonica*, *Stipocaulon scoparium*, *Polysiphonia denudata*, *Ceramium* spp., *Jania rubens*, *Cystoseira* spp. e *Corallina elongata* come specie algali più comuni.

3.4 Vegetazione e habitat

Un'analisi dettagliata della vegetazione attraverso il metodo fitosociologico è stata presentata da PISANU *et al.* (2014). Nel Parco Nazionale dell'Asinara sono state individuate 51 diverse comunità vegetali riferibili a 21 classi.

Per quanto riguarda la vegetazione potenziale sono state individuate e descritte 3 serie di vegetazione (*Asparago albi-Oleo sylvestris*, *Prasio majoris-Quercus ilicis* ed *Euphorbia characiae-Juniperus turbinatae*) (PISANU *et al.*, 2014) per le quali è disponibile la cartografia alla scala 1:350.000 (BACCHETTA *et al.*, 2009) e 5 geosigmeti: alo-rupicolo costiero, psammofilo, delle lagune costiere salmastre e salate, delle acque dolci e delle rupi interne. Successivamente, DRISSEN *et al.* (2019) hanno individuato le seguenti 8 unità di vegetazione (formazioni) principali, assegnandole ai syntaxa fitosociologici secondo PISANU *et al.* (2014):

1. Vegetazione costiera di garighe primarie e secondarie. Può essere ascritta all'alleanza *Euphorbion pithyusae*;
2. Prateria aperta di successione secondaria, *Echio plantaginei-Galactition tomentosae*;
3. Praterie sparse temporaneamente inondate, *Agrostion pourretii*;
4. Macchia secondaria di gariga interna dominata da *Cistus monspeliensis* (*Teucrium maritimum*);
5. Macchia semi-aperta dominata da *Euphorbia dendroidea* (*Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*);
6. Macchia mediterranea di formazioni da semiaperte a chiuse di *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, localizzata prevalentemente in prossimità della costa (*Juniperion turbinatae*);

7. Residuo di lecceta di circa 20 ha costituito da popolamenti maturi e rimboschiti situati a quote più elevate (*Fraxino ornitho-Quercion ilicis*);
8. Macchia mediterranea dominata da *Olea europaea*.

Nello studio di DRISSEN *et al.* (2019), la ricchezza floristica più elevata è stata registrata nella gariga a *Cistus* (> 70 specie), seguita dalla macchia ad *Euphorbia* (circa 70 specie). Nella foresta di *Quercus* e negli arbusteti di *Juniperus* è stato trovato un numero significativamente inferiore di specie.

In relazione all'elevata diversità vegetale delle praterie aperte dell'isola dell'Asinara, DRISSEN *et al.* (2019) concludono che "le praterie seminaturali dovrebbero essere di grande interesse per quanto riguarda la gestione", sostenendo che la diminuzione della superficie occupata dalle formazioni secondarie in Sardegna e nell'intera regione mediterranea, a causa dell'abbandono, costituisce un grave problema, come anche il sovrappascolamento (FALCUCCI *et al.*, 2007, ZERBE, 2022).

La dispersione di specie vegetali da parte di animali al pascolo è stata studiata da TREITLER *et al.* (2017b), che hanno evidenziato diversi modelli per gli asini e le capre. Gli asini infatti disperdono un numero elevato di diaspore di specie erbacee dei pascoli e delle aree temporaneamente inondate, le capre disperdono invece un numero maggiore di diaspore di arbusti di macchia semi-aperta e di formazioni preforestali. Entrambe le tipologie di animali da pascolo sono quindi importanti per la dinamica della vegetazione.

Integrando le tipologie di vegetazione di PISANU *et al.* (2014) e DRISSEN *et al.* (2019) a immagini satellitari ad alta risoluzione, STADTMANN *et al.* (2016) hanno elaborato una mappa della vegetazione dell'Asinara.

Gli habitat dell'Allegato I della Direttiva 92/42/CEE segnalati per il sito N2000 dell'Asinara sono 20 (NATURA 2000 - FORMULARIO STANDARD, 2019; Tabella 2), mentre in PISANU *et al.* (2014) ne sono stati elencati 18. La carta degli habitat attualmente disponibile è quella allegata al piano di gestione del SIC redatta nel 2005.

Tab. 2 - Habitat della Direttiva 92/42/CEE presenti nel Parco Nazionale dell'Asinara secondo NATURA 2000 - FORMULARIO STANDARD (2019).

Habitat	Codice	Area in ha
Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina	1110	343.72
Praterie di Posidonia (<i>Posidonium oceanicae</i>)	1120	4468.36
Grandi cale e baie poco profonde	1160	464.86
Scogliere	1170	859.3
Vegetazione annua delle linee di deposito marine	1210	1.1
Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con <i>Limonium</i> spp. endemici	1240	330.9
Pascoli inondatai mediterranei (<i>Juncetalia maritimi</i>)	1410	8.75
Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (<i>Sarcocornietea fruticosi</i>)	1420	3.64
Steppe salate mediterranee (<i>Limonietalia</i>)	1510	171.86
Dune con prati dei <i>Malcolmietalia</i>	2230	0.24
Stagni temporanei mediterranei	3170	171.86
Matorral arborescenti di <i>Juniperus</i> spp.	5210	171.86
Formazioni basse di euforbie vicino alle scogliere	5320	2.34
Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici	5330	2750
Phrygane del Mediterraneo occidentale sulla sommità di scogliere	5410	343.72
Frigane endemiche dell' <i>Euphorbio-Verbascion</i>	5430	31.86
Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei <i>Thero-Brachypodietea</i>	6220*	687.44
Gallerie e forteti ripari meridionali (<i>Nerio-Tamaricetea</i> e <i>Securinegion tinctoriae</i>)	92D0	0.55
Foreste di <i>Olea</i> e <i>Ceratonia</i>	9320	130.09
Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>	9340	23.4

3.5 Fauna

Nell'ambito delle indagini sulla fauna dell'Asinara, sono stati studiati in dettaglio diversi gruppi animali. Questi comprendono ungulati, uccelli, pipistrelli, imenotteri, coleotteri, fauna ittica, invertebrati marini, tra cui i poriferi.

L'Asinara è famosa per i suoi asini bianchi (*Equus asinus*) che rappresentano una delle 8 razze autoctone in Italia, tutte classificate dalla FAO come criticamente minacciate o in pericolo (COLLI *et al.*, 2013; CAPPAL *et al.*, 2020). COLLI *et al.* (2013) raccomandano una strategia di gestione efficace per le popolazioni di razze asinine italiane autoctone e minacciate, di cui fanno parte gli asini dell'Asinara. Ciò richiede, tuttavia, una strategia di gestione attiva per mantenere la diversità ed evitare la consanguineità.

L'isolamento e il ricco mosaico di habitat della transizione terrestre-marina sono i fattori, in parte seminaturali e in parte culturali, che contribuiscono ad una fauna avicola molto diversificata. Tenendo conto dei migratori nidificanti e svernanti, sull'isola si registrano circa 150 specie di uccelli (TORRE & MONBAILLIU, 1993), di cui diverse sono minacciate, vulnerabili, rare o mostrano tendenze alla diminuzione delle popolazioni su scala nazionale o globale. Tra queste il gabbiano corso (*Larus audouinii*), la berta maggiore (*Calonectris diomedea*),

l'averla capirossa (*Lanius senator badius*), l'occhione comune (*Burhinus oedicnemus*), la pernice sarda (*Alectoris barbara*), il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*) e la tortora selvatica (*Streptopelia turtur*) (MONBAILLIU & TORRE, 2008).

I pipistrelli sono stati studiati da WINTER *et al.* (2017). Sull'isola sono presenti 10 specie, tra cui specie inserite nella Direttiva 92/43/CEE come *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus hipposideros* e *R. ferrumequinum*. Le strutture abitative abbandonate sono diventate un habitat per molti di loro. La loro funzione di *roost provider*, in particolare per le due specie di *Rhinolophus*, dimostra che gli edifici sono un'alternativa adeguata per tutti i tipi di *roost* richiesti da *R. hipposideros* quando mancano grotte adatte (WINTER *et al.*, 2020).

Anche gli insetti sono stati oggetto di diversi studi sull'Asinara. Gli imenotteri sono stati studiati da STRUMIA *et al.* (2007). Essi hanno riportato 14 specie di Mutillidae (di cui una recentemente descritta, *Smicromyrme asinarensis*; PAGLIANO & STRUMIA, 2007), 16 di Pompilidae e 27 di Chrysididae. Come per la flora, anche in questo caso si riscontrano specie endemiche di insetti, quale *Chrysis melaensis*, che è endemica delle isole sarde e della Corsica. Per quanto riguarda gli scarabei (Scarabaeoidea), TREITLER *et al.* (2019) hanno redatto una checklist di 43 specie appartenenti a sette

famiglie: Trogidae (2), Geotrupidae (2), Scarabaeidae (13), Aphodiidae (19), Cetoniidae (5), Dynastidae (1) e Hybosoridae (1). Gli scarabei stercorari sono particolarmente presenti dove il pascolo è frequente (TREITLER *et al.* 2017a, TREITLER *et al.*, 2019). Il microhabitat effimero delle deiezioni animali è una risorsa alimentare e un habitat larvale allo stesso tempo. Nell'ambito di uno studio sulle condizioni e la densità degli escrementi sugli assemblaggi di coleotteri coprofagi nelle principali aree di pascolo dell'isola, è stato rilevato un totale di 15 specie di coleotteri stercorari (p.e. *Alocoderus hydrocharis*, *Biralus mahunkaorum*, *Bubas bison*, *Calamosternus mayeri*, *Cheironitis furcifer*, *Chilothorax lineolatus*, *Jekeilius intermedius*, *Sericotrupes niger*).

La fauna ittica costiera è stata studiata da TUNESI *et al.* (2001), che hanno riportato un totale di 58 specie. Queste specie appartengono alle famiglie Labridae (14 specie), Sparidae (11), Blennidae (8), Gobiidae (4), Serranidae (4), Scorpaenidae (2), Centrarchidae (3), Tripterygiidae (2), Apogonidae (1), Atherinidae (1), Carangidae (1), Congridae (1), Engraulidae (1), Mugilidae (1), Mullidae (1), Muraenidae (1), Pomacentridae (1) e Sciaenidae (1). PAIS *et al.* (2004) hanno aggiunto che *Chromis chromis* era il più abbondante, seguito da *Diplodus vulgaris* e *Coris julis*. La ricchezza di specie e l'abbondanza totale di pesci è risultata molto variabile tra i diversi siti sullo stesso substrato. Le attività di pesca condotte nelle acque marine intorno all'Isola dell'Asinara seguono due gradienti principali: da sud a nord, in relazione alla distanza dai porti di Stintino e Porto Torres a sud dell'Isola dell'Asinara e da est a ovest, in relazione alla scarsa accessibilità del versante occidentale dell'Isola, per le frequenti condizioni marine avverse (TUNESI *et al.*, 2001). Uno studio di CATALANO *et al.* (2007) si è concentrato sulla specie ittica *Raja brachyura*, che è una componente comune delle catture della pesca artigianale locale intorno all'isola dell'Asinara.

CASU *et al.* (2006) hanno studiato i piccoli invertebrati dei fondali rocciosi poco profondi e (copepodi arpacoidi, nematodi, policheti, anfipodi gammaridi, bivalvi, ostracodi, anfipodi caprellidi, echinodermi, oligocheti, acari, isopodi, gasteropodi, pantopodi e tanaidi). I copepodi arpacoidi (37%), i nematodi (27%) e i policheti (18%) erano i taxa dominanti tra questi invertebrati.

La composizione e la struttura della fauna di spugne (Porifera) è stata studiata da PADIGLIA *et al.* (2018) nelle praterie di *Posidonia oceanica*, presenti in acque poco profonde (vedi anche MANCONI *et al.*, 2019). Essi hanno confermato che queste praterie sono habitat chiave per le spugne. Prendendo in considerazione due aree

marine protette campionate, ovvero l'Isola dell'Asinara e Capo Caccia-Isola Piana, gli autori hanno registrato un totale di 77 specie di spugne, di cui 59 di grotta e 45 delle praterie di fanerogame, che rappresentano oltre il 10% della fauna totale di spugna del Mediterraneo. Di questi, sono state trovate 6 specie protette a livello internazionale (p.e. *Aplysina aerophoba*, *Tethya aurantium*, *T. citrina*), 5 specie rare (p.e. *Cacospongia proficiens*, *Clathrina rubra*, *Pachychalina rustica*) e 14 specie endemiche della regione mediterranea (p.e. *Agelas oroides*, *Clathrina clathrus*, *Ircinia oros*). PADIGLIA *et al.* (2018) concludono che la diversità dei taxa di spugna nelle praterie di *Posidonia oceanica* e nelle grotte carsiche sommerse dei due siti di studio sulla costa sarda "costituiscono uno dei più importanti hotspot di patrimonio naturale e biodiversità del Mar Mediterraneo".

3.6 Uso del territorio e storia dell'uso

L'Asinara presenta un paesaggio culturale antico e tradizionale. L'isola è stata utilizzata per secoli per il pascolo, prima di diventare una stazione di quarantena e una colonia penale agricola nel 1885. In seguito, l'isola è stata utilizzata come campo per prigionieri di guerra e come colonia penale. Il paesaggio e la vegetazione sono stati quindi modificati dalla deforestazione, dall'agricoltura, dall'allevamento e dagli incendi (PISANU *et al.*, 2014). Per 112 anni, l'Isola dell'Asinara non è stata accessibile al pubblico, in quanto colonia penale. Oggi ha un solo abitante ufficiale. Con la chiusura della colonia penale, gli animali domestici sono stati rilasciati. Si stima che, tra il 1990 e il 2010, sull'isola vivessero circa 7.000 capre, 300 asini, 180 cavalli, 600 mufioni e 1.000 cinghiali (PISANU *et al.*, 2012). Tuttavia, il numero di animali è cambiato negli ultimi anni, poiché le capre e i cinghiali sono stati catturati a intermittenza per ridurre le loro popolazioni. Secondo l'Amministrazione del Parco Nazionale (Parco Nazionale dell'Asinara, dati non pubblicati), nel 2013 erano presenti sull'isola circa 1.400 capre, 400 asini, 146 cavalli, 800 mufioni e 900 cinghiali (TREITLER, 2018).

Il Parco Nazionale e l'Area Marina Protetta sono suddivisi in zone con diverse finalità (Fig. 2).

3.7 Servizi ecosistemici

Un'indagine sui servizi ecosistemici degli habitat dell'Isola dell'Asinara condotta da FLORIS *et al.* (2020) ha individuato servizi di approvvigionamento, regolazione e culturali (per la classificazione dei servizi ecosistemici si veda HAINES-YOUNG & POTSCHEIN, 2018). Tra questi vi sono la pesca, la coltivazione e l'utilizzo di piante sel-

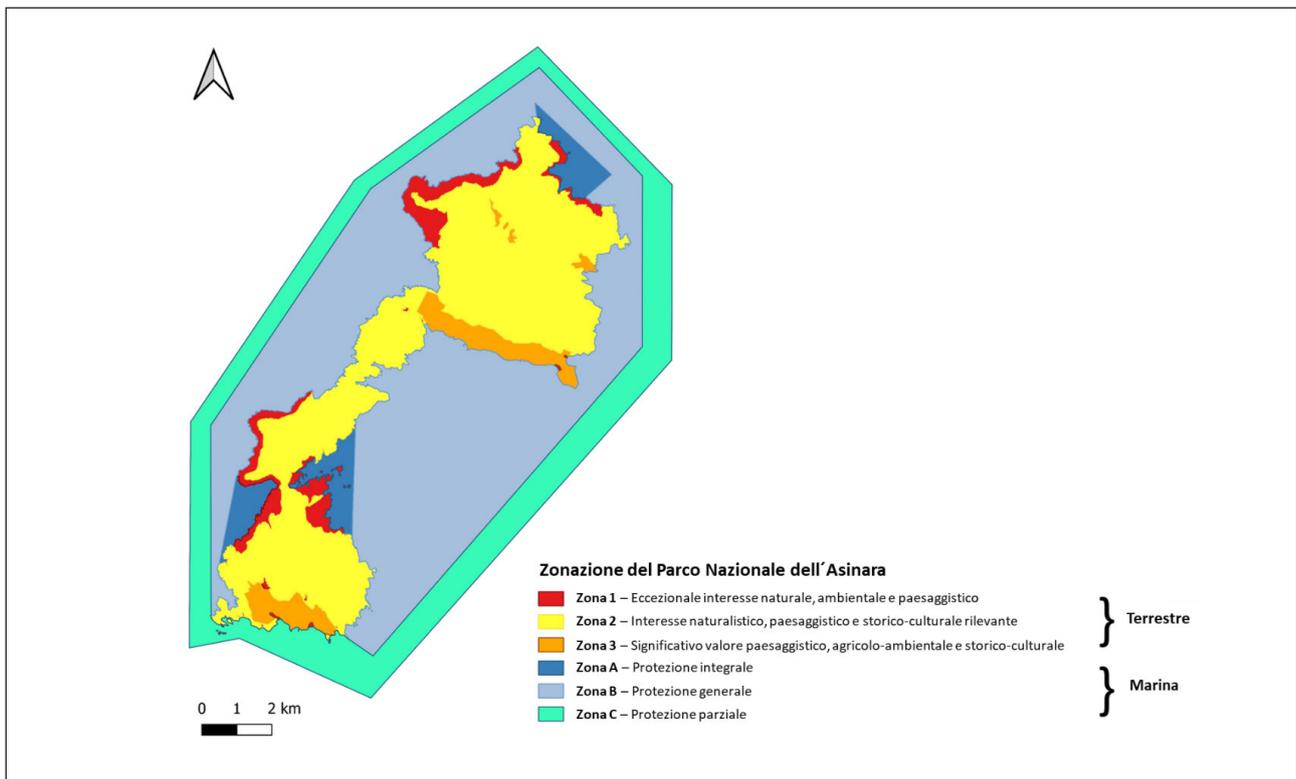


Fig. 2 - Zonazione Marina e Terrestre del Parco nazionale dell'Asinara (adattato dal Parco Nazionale dell'Asinara, 2022).

vatiche, la depurazione e l'utilizzo di fonti d'acqua dolce locali, il mantenimento del patrimonio culturale e la promozione di attività culturali. A questi si aggiungono i servizi ecosistemici del suolo presentati da STADTMANN (2021). Inoltre, SCHIRRU *et al.* (2019) hanno redatto una mappa tematica dei servizi ecosistemici forniti dall'Isola dell'Asinara.

4 CONSIDERAZIONI FINALI

I numerosi studi sugli ecosistemi, il paesaggio, gli habitat e le specie del Parco Nazionale dell'Asinara danno un quadro generale della biodiversità dell'isola anche se ulteriori approfondimenti sarebbero necessari soprattutto per i gruppi tassonomici meno indagati come, per esempio, i funghi. Il materiale disponibile tuttavia potrà essere utile per la gestione, soprattutto se integrato con alcuni supporti cartografici di dettaglio.

Dal punto di vista dello stato di conservazione della vegetazione e degli habitat vengono espressi pareri contrastanti da differenti autori. Da una parte PISANU *et al.* (2014) affermano che “la vegetazione dell'Asinara è drammaticamente degradata come conseguenza dell'uso intensivo da parte dell'uomo [poiché] gli incendi, il pascolo eccessivo, le attività agricole intensive ed esten-

sive svolte durante i 112 anni di presenza della colonia penale hanno determinato la diffusione di comunità vegetali secondarie”, dall'altra, altri autori affermano che “proprio queste comunità vegetali secondarie ospitano un elevato numero di specie e una flora particolare e contribuiscono quindi ad incrementare la biodiversità complessiva dell'isola” (DRISSEN *et al.*, 2022). Su questo aspetto sarebbero necessari degli approfondimenti e delle valutazioni sito-specifiche poiché in molti casi le formazioni secondarie ospitano specie ruderali riferibili alla classe *Stellarietea mediae* e quindi di scarso interesse dal punto di vista conservazionistico.

È noto che l'agricoltura e la silvicoltura tradizionali, cioè quelle attività a basso input, hanno contribuito a mantenere la biodiversità a tutti i livelli biologici e sono quindi oggi al centro dell'attenzione della conservazione della natura (ZERBE, 2019, 2022). Si potrebbe quindi valutare anche per il Parco dell'Asinara la possibilità di reintrodurre queste attività laddove le condizioni ambientali e di contesto ne consentano la sostenibilità. Tutte le attività andrebbero pianificate nello spazio e nel tempo adeguati. Per questo sarebbe necessario disporre di cartografie a una scala adeguata per la gestione. Per raggiungere i massimi livelli di biodiversità e di varietà di servizi ecosistemici supportati dalle diverse tipologie di vegetazione, devono essere

rappresentate tutte le fasi dinamiche di ogni serie di vegetazione. Quello che il piano del parco dovrà stabilire è quale estensione per ogni fase dinamica e in quali aree dell'isola favorire una fase piuttosto che un'altra. Il piano dovrà anche stabilire quali strategie adottare per favorire il passaggio da una fase dinamica all'altra o per mantenere nel tempo una fase di sostituzione che tenderebbe naturalmente a modificarsi con l'evoluzione della vegetazione. Nel caso si voglia procedere alla realizzazione di piani di dettaglio e alla definizione degli usi del territorio a livello di ambito, la carta delle serie di vegetazione attualmente disponibile non avrebbe un dettaglio sufficiente. In quest'ottica si dovrebbe valutare la possibilità di aggiornarla e approfondirla almeno per le aree più sensibili e di maggiore interesse per la conservazione, anche alla luce degli studi che sono stati effettuati dopo la sua realizzazione. La carta degli habitat (All. I Direttiva 92/43/CEE) attualmente disponibile è quella allegata al piano di gestione del SIC, redatta nel 2005. In questa carta, per ampie zone del territorio sono indicati mosaici di due o tre habitat e molti habitat non sono mai cartografati singolarmente ma solo come mosaico. Tra i mosaici più estesi, ci sono quelli relativi alle combinazioni:

- 5330 Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici + 6220* Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*;
- 9320 Foreste di Olea e Ceratonia + 5330 Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici;
- 5330 Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici + 5430 Frigane endemiche dell'*Euphorbio-Verbascion* + 6220* Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*.

Alcuni microhabitat, non sono stati cartografati in alcune aree probabilmente a causa delle loro dimensioni intrinsecamente ridotte. Tra questi l'habitat prioritario 3170* stagni temporanei mediterranei. Nel caso si voglia procedere alla realizzazione di piani di dettaglio e alla definizione degli usi a livello di ambito, sarebbe opportuno valutare la possibilità di cartografare i singoli habitat e realizzare dei focus con aggiornamenti e approfondimenti almeno per le aree più sensibili e di maggiore interesse per la conservazione, anche alla luce degli studi che sono stati effettuati dopo la realizzazione della carta attualmente disponibile.

Recentemente sono state presentate opzioni per un'attenta rivitalizzazione degli insediamenti e dell'uso agricolo del suolo. TROMBADORE *et al.* (2018) affermano per il Parco Nazionale dell'Asinara che "le poche aree edificate e/o gli sviluppi urbani hanno un enorme poten-

ziale". Questo non vale solo per un ulteriore utilizzo da parte dell'uomo, ma si riflette, ad esempio, anche nella loro idoneità come habitat per i pipistrelli.

I parchi nazionali e le riserve della biosfera (per queste ultime, si veda ZERBE, 2020) possono essere un terreno di sperimentazione ideale e reale per la condivisione internazionale e la promozione di un modello di utilizzo sostenibile di territori a bassa densità e come un "laboratorio in cui sperimentare [...] una gestione intelligente delle risorse", che promuova la produzione agricola locale.

In conclusione, le informazioni ad oggi disponibili per il Parco dell'Asinara, sebbene numerose e diversificate, non sono sufficienti per una gestione che garantisca la protezione delle specie e degli habitat in combinazione con un uso del territorio a basso impatto, che mantenga il patrimonio naturale e culturale. Lo sviluppo futuro del Parco Nazionale dovrebbe basarsi sulla combinazione delle risorse naturali e di quelle culturali uniche di quest'isola.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo la Fondazione Marianne und Dr. Fritz Walter Fischer per aver finanziato il progetto di ricerca "Influenza del pascolo, del suolo e dei cambiamenti climatici sulla biodiversità del Parco Nazionale dell'Asinara (Sardegna)". Siamo grati per il continuo e proficuo supporto dell'Amministrazione del Parco Nazionale dell'Asinara.

BIBLIOGRAFIA

- BACCHETTA G., BAGELLA S., BIONDI E., FARRIS E., FILLIGHEDDU R., MOSSA L., 2009 - Vegetazione forestale e serie di vegetazione della Sardegna (con rappresentazione cartografica alla scala 1:350.000). *Fitosociologia*, 46(1): 3-82.
- BARNOSKY A.D., MATZKE N., TOMIYA S., WOGAN G.O.U., SWARTZ B., QUENTAL T.B., MARSHALL C., MCGUIRE J.L., LINDSEY E.L., MAGUIRE K.C., MERSEY B., FERRER E.A., 2011 - Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471: 51-57.
- BOCCHIERI E., 1988 - L'isola Asinara (Sardegna nord-occidentale) e la sua flora. *Webbia*, 42(2): 227-268.
- BOCCHIERI E., 1993 - Aspetti floristici e vegetazionali. In: COSSU A., GAZALE V., MONBAILLIU X., TORRE A.

- (EDS), Asinara. Storia, natura, mare e tutela dell'ambiente: 149-174. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- BOCCHIERI E., FILIGHEDDU R., 2008 - The vegetation and flowers. In: FORTELEONI C., GAZALE V. (EDS), Asinara. National Park - Protected Marine Area: 129-151. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- BRANDIS P., CARBONI D., PANIZZA V., 2001 - Il Parco Nazionale dell'Asinara (Sardegna): storia, caratteristiche ambientali e prospettive future. *Geotema*, 15: 159-169.
- CAMARDA I., NUDDA G., SATTA V., 1998 - Considerazioni sullo stato della vegetazione e recupero ambientale nell'Isola dell'Asinara. In: GUTIERREZ M., MATTONE A., VALSECCHI F. 1998 (EDS), L'Isola dell'Asinara. Il parco, la storia, l'ambiente: 189-192. *Poliedro*, Nuoro.
- CANU S., ROSATI L., FIORI M., MOTRONI A., FILIGHEDDU R., FARRIS E., 2015 - Bioclimate map of Sardinia (Italy). *Journal of Maps*, 11: 711-718.
- CAPPAI M.G., DIMAURO C., BIGGIO G.P., CHERCHI R., ACCIONI F., PUDDA F., BOATTO G., PINNA W., 2020 - The metabolic profile of Asinara (albino) and Sardo donkeys (pigmented) (*Equus asinus* L., 1758) points to unequivocal breed assignment of individuals. *PeerJ*, 8, p. e9297.
- CARBONI D., CONGIATU P., DE VINCENZI M., 2015 - Asinara National Park. An example of growth and sustainability in tourism. *Journal of Environmental and Tourism Analyses*, 3(1): 44-60.
- CAROSI R., DI PISA A., IACOPINI A., MONTOMOLI C., OGGIANO G., 2004 - The structural evolution of the Asinara Island (NW Sardinia, Italy). *Geodinamica Acta*, 17(5): 309-329.
- CAROSI R., PETROCCIA A., IACCARINO S., SIMONETTI M., LANGONE A., MONTOMOLI C., 2020 - Kinematics and timing constraints in a transpressive tectonic regime: The example of the Posada-Asinara Shear Zone (NE Sardinia, Italy). *Geosciences*, 10, p. 288.
- CASU D., CECCHERELLI G., CASTELLI A., 2004 - Spatial distribution of small benthic invertebrates in rocky upper infralittoral at the Asinara Island (NW Mediterranean): a pilot study. *Vie et Milieu*, 54: 239-245.
- CASU D., CECCHERELLI G., CURINI-GALLETTI M., CASTELLI A. 2006 - Human exclusion from rocky shores in a mediterranean marine protected area (MPA): An opportunity to investigate the effects of trampling. *Marine Environmental Research*, 62: 15-32.
- CATALANO B., DALÙ M., SCACCO U., VACCHI M., 2007 - New biological data on *Raja brachyura* (Chondrichthyes, Rajidae) from around Asinara Island (NW Sardinia, Western Mediterranean). *Italian Journal of Zoology*, 74(1): 55-61.
- CBD, 2020 - Global Biodiversity Outlook 5. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>.
- CEBALLOS G., EHRLICH P.R., DIRZO R., 2017 - Population losses and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (30): 6089-6096.
- CINQUEPALMI F., CUMO F., GUGLIERMETTI F., SFORZINI V., 2010 - Advanced technologies for sustainable building in the protected areas: two case studies in Italy. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 128: 551-560.
- COGONI A., SCRUGLI A., FLORE F., CORTIS P., ALEFFI M., 2009 - The bryophyte flora of the Asinara Island (northwest Sardinia, Italia). *Cryptogamie, Bryologie*, 30(1): 79-89.
- COLLI L., PERROTTA G., NEGRINI R., BOMBA L., BIGI D., ZAMBONELLI P., VERINI SUPPLIZI A., LIOTTA L., AJMONE-MARSAN P., 2013 - Detecting population structure and recent demographic history in endangered livestock breeds: the case of the Italian autochthonous donkeys. *Animal Genetics*, 44(1): 69-78.
- CORBAU C., BENEDETTO G., CONGIATU P.P., SIMEONI U., CARBONI D., 2019 - Tourism analysis at Asinara Island (Italy): Carrying capacity and web evaluations in two pocket beaches. *Ocean and Coastal Management*, 169: 27-36.
- CORBAU C., RODELLA I., CONGIATU P., SIMEONI U., CARBONI D., 2018 - Usi e conflitti nel Parco Nazionale dell'Asinara (Italia). In: BENINCASA F. (ed.), Monitoring of Mediterranean Coastal Areas: Problems and Measurement Techniques: 367-381. Seventh International Symposium, *Firenze Univ. Press*, Florence.
- CORTI C., ADOLFI A., BASSU L., BRIZZI R., FRESI C., MURA R., PISANU S., SATTA M.G., ZUFFI M.A.L., 2004 - Preliminary data on the reproductive sites preference of the Amphibian populations of the National park of the Asinara Island. Atti 5° Convegno della Societas Herpetologica Italica, Calci (Pisa) 29 settembre - 3 ottobre 2004.
- CORTI C., BASSU L., FRESI C., NULCHIS V., SATTA M.G., ADOLFI A., BRIZZI R., CARRETERO M.A., ZUFFI M.A.L., 2006 - Preliminary data on the ecology of *Testudo hermanni* of the Asinara island (NW Sardinia, Italy). Riassunti del 6° Convegno nazionale della Societas Herpetologica Italica, Roma.

- CORTI C., ZUFFI M.A.L., BASSU L., FRESI C., SATTA M.G., 2005 - Preliminary data on body size differences in adults of *Testudo hermanni hermanni* Gmelin, 1789: Comparison between two western Mediterranean insular populations and the continental population of southern Tuscany. *Russian Journal of Herpetology*, 12: 27-28.
- COSSU A., DE LUCA M., 2015 - Monitoraggio habitat e specie marine costiere nel SIC-ZPS Isola dell'Asinara. 46° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina: 28-29.
- COSSU A., GAZALE V., 1990 - *Phyllariopsis purpurascens* (C. Ag.) Henry (Phyllariaceae, Laminariales, Phaeophyceae): Première signalisations en Méditerranée centre-occidentale. *Informatore Botanico Italiano*, 22: 1-4.
- COSSU A., GAZALE V., 1997 - Osservazioni ecologiche sulla distribuzione di *Lithophyllum lichenoides* Ph. (Corallinales, Rhodophyta) nelle isole della Sardegna settentrionale. *Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali*, 31: 101-119.
- COSSU A., GAZALE V., 1998 - Aspetti della flora e della vegetazione marina dell'Isola dell'Asinara, In: GUTIERREZ, M., MATTONE M., VALSECCHI F. (eds), L'isola, la storia, il parco: 181-188. *Ed. Poliedro*, Nuoro.
- COSSU A., GAZALE V., MONNI A., 1992b - Primo contributo allo studio del fitobenthos dell'Isola Asinara. *Bollettino delle sedute della Accademia gioenia di scienze naturali in Catania*, 25(339): 179-194.
- COSSU A., GAZALE V., BAROLI M., 1992a - La flora algale della Sardegna. Inventario delle alghe bentoniche. *Giornale Botanico Italiano*, 126(5): 651-707.
- COSSU A., GAZALE V., ORRÙ P., PALA D., PUDDU A., 2000 - Lineamenti morfologici e cartografia dei popolamenti bentonici di Rada della Reale nell'Isola dell'Asinara (Sardegna NW). *Biologia Marina Mediterranea*, 7(1): 478-487.
- COSTANTINI E.A.C., FANTAPPIÉ M. & L'ABATE G., 2013 - Climate and Pedoclimate of Italy. In: COSTANTINI, E.A.C., DAZZI, C. (eds), The soils of Italy. World soils book series. *Springer*, Dordrecht, London.
- CUCCURU S., CASINI L., OGGIANO G., SIMULA E.N., 2018 - Structure of the Castellaccio Pluton (Asinara Island, Italy). *Journal of Maps*, 14(2): 293-302.
- DELITALA A., CHESSA P., IDINI M., PETRETTO F., 1998 - Il clima dell'Asinara. In: GUTIERREZ M., MATTONE A., VALSECCHI F. (eds), L'isola dell'Asinara. L'ambiente, la storia, il parco: 133-138. *Poliedro*, Nuoro.
- DI PISA, A., OGGIANO, G., TALARICO, F., 1993 - Post collisional tectono-metamorphic evolution in the axial zone of the Hercynian belt in Sardinia: the example from the Asinara Island. *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 219: 216-217.
- DIANA S., CORRIAS B., 1998 - Il componente endemico della flora dell'isola dell'Asinara. In: GUTIERREZ M., MATTONE A., VALSECCHI F. (eds), L'isola dell'Asinara. L'ambiente, la storia, il parco: 150-154. *Poliedro*, Nuoro.
- DINERSTEIN E., VYNNE C., SALA E., JOSHI A.R., FERNANDO S., LOVEJOY T.E., MAYORGA J., OLSON D., ASNER G.P., BAILLIE J.E.M., BURGESS N.D., BURKART K., NOSS R.F., ZHANG Y.P., BACCINI A., BIRCH T., HAHN N., JOPPA L.N., WIKRAMANAYAKE E., 2019 - A Global Deal for Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*, 5(4), p. eaaw2869.
- DONDA F., GORDINI E., REBESCO M., PASCUCCI V., FONTOLAN G., LAZZARI P., MOSETTI R., 2008 - Shallow water sea-floor morphologies around Asinara Island (NW Sardinia, Italy). *Continental Shelf Research*, 28: 2550-2564.
- DONEDDU G., 2008 - The modern and contemporary ages. In: FORTELEONI C., GAZALE, V. (eds), Asinara National Park - Protected Marine Area: 55-65. 1st ed., *Carlo Delfino Editore*: Sassari, Italia.
- DRISSEN T., FAUST C., STADTMANN R., TREITLER J.T., ZERBE S. & MANTILLA-CONTRERAS J., 2019 - Plant composition and diversity in a semi-natural Mediterranean island landscape: the importance of environmental factors. *Plant Biosystems*, 153(6): 756-766.
- DRISSEN T., FAUST C., TREITLER J.T., STADTMANN R., ZERBE S. & MANTILLA-CONTRERAS J., 2022 - National Park or Cultural Landscape Preservation? What the Soil Seed Bank Reveals for Plant Diversity Conservation. *Sustainability*, 14, 14230.
- DSDG, 2020 - Sustainable Development Goals. Division for Sustainable Development Goals. <https://sustainabledevelopment.un.org/>.
- DUDLEY N., (ed) 2008 - Guidelines for applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland, 86 pp.
- FALCUCCI A., MAIORANO L., BOITANI L., 2007 - Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecology*, 22(4): 617-631.
- FALQUI A., VIRDIS M.R., 2008 - The agricultural areas. In: FORTELEONI, C., GAZALE V. (eds), Asinara National Park - Protected Marine Preserve: 206-219.

- Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- FLORIS M., GAZALE V., ISOLA F., LECCIS F., PINNA S., PIRA C., 2020 - The contribution of ecosystem services in developing effective and sustainable management practices in Marine Protected Areas. The case study of "Isola dell'Asinara". *Sustainability*, 12: 1108.
- GIGLIO N. 1970 - L'Asinara. *Chiarella*, Sassari: 239.
- GINESU S., PIRINO M., PUSCEDDU A., SIAS S., TREBINI L., 1998 - L'indagine geomorfologica del territorio dell'Asinara. In: GUTIERREZ M., MATTONE A., VALSECCHI F. (eds), L'isola dell'Asinara. L'ambiente, la storia, il parco: 133-138. *Poliedro*, Nuoro.
- GRAEN H., STADTMANN R., SAUERWEIN M., 2015 - Modellierung von Temperaturdaten und Temperaturveränderungen im Nationalpark Asinara, Sardinien. *Hildesheimer Geographische Studien*, 5: 1-27.
- HAINES-YOUNG R., POTSCHIN M., 2018 - Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. Guidance on the application of the revised structure. <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>.
- IACOPINI D., CAROSI R., MONTOMOLI C., PASSCHIER C.W., 2008 - Strain analysis and vorticity of flow in the Northern Sardinian Variscan Belt: Recognition of a partitioned oblique deformation event. *Tectonophysics*, 446(1-4): 77-96.
- IPBES, 2018 - Assessment report on land degradation and restoration. In: MONTANARELLA L., SCHOLERS R., BRAINICH A. (eds), Secretariate of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. <https://ipbes.net/assessment-reports/ldr>.
- IPCC, 2021 - Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*, Cambridge.
- LAURIANO G., FORTUNA C.M., MOLTEDO G., MACKELWORTH P., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., 2003 - Presenza e distribuzione dei cetacei nelle aree limitrofe al parco nazionale dell'Asinara (Sardegna Nord-Occidentale). *Biologia Marina Mediterranea*, 10(2): 848-852.
- MANCONI R., PADIGLIA A., CUBEDDU T., PRONZATO R., 2019 - Long-term sponge stranding along the shores of Sardinia Island (Western Mediterranean Sea). *Marine Ecology*, 40(6), p. e12567.
- MANTERO G., 1909 - Imenotteri dell'isola dell'Asinara. *Bollettino della Società entomologica italiana* 41: 56-83.
- MANTILLA-CONTRERAS J., DRISSEN T., WÄTZOLD M., STADTMANN R., ZERBE S., 2018 - What we can learn from the current vegetation for forest restoration in the Mediterranean region - a case study from the island of Asinara. *Journal of Mediterranean Ecology*, 16: 51-66.
- MARINI A. 2008 - Geographical Overview. In: FORTELEONI, C., GAZALE V. (eds): Asinara. National Park - Protected Marine Preserve: 111-115. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- MASSIDA F., 2008 - The prison, lighthouses and sanitary Station. In: FORTELEONI, C., GAZALE, V. (eds): Asinara. National Park - Protected Marine Preserve: 67-82. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- MONBAILLIU X., TORRE A., 2008 - The fauna. In: FORTELEONI, C., GAZALE V. (eds) Asinara National Park - Protected marine area: 153-177. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- NATURA 2000 - FORMULARIO STANDARD, 2019 - <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ITB010082> [Data di accesso 21 Luglio 2022].
- OGGIANO G., 1993 - Un'area chiave della geologia ercinica della Sardegna. In: COSSU A., GAZALE V., MONBAILLIU X. TORRE A. (eds), Asinara. Storia, natura, mare e tutela dell'ambiente: 91-104. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- OGGIANO G., 2008 - A key area for Sardinia's hercynian geology. In: FORTELEONI C., GAZALE V. (eds), Asinara. National Park - Protected Marine Preserve: 117-127. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- PADIGLIA A., CADEDDU B., LEDDA F. D., BERTOLINO M., COSTA G., PRONZATO R., MANCONI R. 2018 - Biodiversity assessment in Western Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): Porifera of *Posidonia oceanica* meadows (Asinara Island MPA) and submerged caves (Capo Caccia - Isola Piana MPA) of NW Sardinia. *The European Zoological Journal*, 85: 410-423.
- PAGLIANO G., STRUMIA F., 2007 - Contributo alla conoscenza dei Mutillidae italiani (Hymenoptera, Scolioidea). *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino*, 21(1): 25-110.
- PAIS A., AZZURRO E., CHESSA L.A., 2004 - Distribution patterns of coastal fish assemblages associated with different rocky substrates in Asinara Island National Park (Sardinia, Italy). *Italian Journal of Zoology*, 71(4): 309-316.
- PARCO NAZIONALE DELL'ASINARA, 2022 - I confini del Parco Nazionale dell'Asinara. Porto Torres. <http://>

- www.parcoasinara.org/it/contenuti/articoli/dettagli/524/
- PISANU S., FARRIS E., CARRIA M.C., FILIGHEDDU R., URBANI M., BAGELLA S., 2014 - Vegetation and plant landscape of Asinara National Park (Italy). *Plant Sociology*, 51: 31-57.
- PISANU S., FARRIS E., FILIGHEDDU R., GARCÍA M.B., 2012 - Demographic effects of large, introduced herbivores on a long-lived endemic plant. *Plant Ecology*, 213(10): 1543-1553.
- PULINA, M., MELEDDU M., 2012 - Defining a marine protected area strategy: A stakeholder perspective. *Ocean & Coastal Management*, 66: 46-55.
- ROMEO R., BARADELLO L., BLANOS R., CONGIATU P.P., COTTERLE D., CIRIACO S., DONDA F., DEPONTE M., GAZALE V., GORDINI E., LODOLO E., PAGANINI P., PAVAN A., PIETRAPERTOSA C., STERZAI P., VARGIU G., ZANELLO A., RAMELLA R., NIETO YABAR D.G., 2019 - Shallow geophysics of the Asinara Island Marine Reserve Area (NW Sardinia, Italy). *Journal of Maps*, 15(2): 759-772.
- SCHIRRU M., CANU S., SANTONA L., LAI S., MOTRONI A., 2019 - From ecosystems to ecosystem services: A spatial methodology applied to a case study in Sardinia. In C. GARGIULO, C. ZOPPI (eds), Planning, nature and ecosystem services: 130-141. *FedOAPress*, Naples.
- STADTMANN R., JUNG-DAHLKE C., SAUERWEIN M., 2013 - Entwicklung einer Geodatenbank mittels GIS und Erdas Imagine für den Nationalpark Asinara (Sardinien). *Hildesheimer Geographische Studien*, 2: 1-33.
- STADTMANN R., SANDNER M., DRISSEN T., TREITLER J.T., WINTER R., SAUERWEIN M., 2016 - Digitale Vegetationstypenkartierung des Nationalparks Asinara (Sardinien). *Hildesheimer Geographische Studien*, 6: 26-51.
- STADTMANN, R., 2021 - Assessment and evaluation of soil ecosystem services in the Asinara National Park (Sardinia) – based on soil-geographical studies and the development of a soil information system. *Hildesheimer Geographische Studien*, 10: 1-682.
- STRUMIA F., PAGLIANO G., WOLF H., 2007 - Mutillidae, Chrysididae, e Pompilidae dell'Isola dell'Asinara (Sardegna, Italia) (Hymenoptera). *Frustula Entomologica*, 30(43) : 47-53.
- TELESCA L., BELLUSCIO A., CRISCOLI A., ARDIZZONE G., APOSTOLAKI E.T., FRASCHETTI S., GRISTINA M., KNITTWEIS L., MARTIN C.S., PERGENT G., ALAGNA A., BADALAMENTI F., GAROFALO G., GERAKARIS V., PACE M.L., PERGENT-MARTINI C., SALOMIDI M., 2015 - Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Scientific Reports*, 5, p. 12505.
- TORRE A., MONBAILLIU X., 1993 - La fauna. In: COSU A., GAZALE V., MONBAILLIU X., TORRE A. (eds), Asinara. Storia, natura, mare e tutela dell'ambiente: 175-224. *Carlo Delfino Editore*, Sassari.
- TREITLER J.T., 2018 - Grazing animals and their interrelations and effects on the island ecosystem of the Asinara National Park (Sardinia, Italy). Doctoral Thesis, University of Hildesheim. <https://doi.org/10.18442/018>
- TREITLER J.T., BUSE J., CARPANETO G.M., ZERBE S., MANTILLA-CONTRERAS J., 2017a - Effects of dung-pad conditions and density on coprophagous beetle assemblages in a Mediterranean rangeland. *Biodiversity and Conservation*, 26: 1431-1444.
- TREITLER J.T., CARPANETO G.M., DELLACASA M., BUSE J., 2019 - An updated checklist of the scarab beetle fauna of Asinara Island, Sardinia, Italy (Coleoptera: Trogidae, Geotrupidae, Scarabaeidae, Aphodiidae, Cetoniidae, Dynastidae, Hybosoridae). *Fragmenta Entomologica*, 51(1): 41-46.
- TREITLER J.T., DRISSEN T., STADTMANN R., ZERBE S., MANTILLA-CONTRERAS J., 2017b - Complementing endozoochorous seed dispersal patterns by donkeys and goats in a semi-natural island ecosystem. *BMC Ecology*, 17, p. 42.
- TROMBADORE A., ROLOVIC D., CONGIATU P.P. 2018 - Green infrastructure and low energy architecture for eco-tourism in Asinara island. *Renew. Energy, Environment, and Sustainability*, 3, p. 2.
- TUNESI L., SALVATI E., LAURIANO G., MARIANI L., 2001 - Study of the coastal fish fauna of the Asinara Island. To support the zoning of the marine Protected Area. *Atti Associazione Italiana Oceanologia Limnologia*, 14: 189-198.
- VALSECCHI F., 1998 - *Centaurea horrida* Bad. e *Astragalus terraciano* Vals.: una caratteristica formazione nel singolare paesaggio vegetale dell'Asinara. In: GUTIERREZ M., MATTONE A., VALSECCHI F. (eds), L'Isola dell'Asinara. Il parco, la storia, l'ambiente: 155-158. *Poliedro*, Nuoro.
- VILLA F., TUNESI L., AGARDY T., 2002 - Zoning Marine Protected Areas through spatial multiple-criteria analysis: the case of the Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Conservation Biology*, 16(2): 515-526.
- WINTER R., MANTILLA-CONTRERAS J., SCHMIDT S.,

- 2020 - Usage of buildings in the life cycle of two endangered *Rhinolophus* species in the Mediterranean region: implications for roost protection. *European Journal of Wildlife Research*, 66(3): 1-13.
- WINTER R., MUCEDDA M., PIDINCHEDDA E., KIERDORF U., SCHMIDT S., MANTILLA-CONTRERAS J., 2017 - Small in size but rich in bats – species diversity and abandoned man-made structures put in Asinara Island (Sardinia) into conservation focus for bats in the Mediterranean region. *Acta Chiropterologica*, 19(1): 119-126.
- WORKING GROUP WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES, 2015 - World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports* 106. FAO, Rome.
- ZERBE S., 2019 - Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt. Ein interdisziplinäres Fachbuch. *Springer*, Heidelberg, 730 pp.
- ZERBE S., 2022 - Restoration of multifunctional cultural landscapes. Merging tradition and innovation for a sustainable future. *Landscape Series* 30: 1-716, *Springer*.
- ZERBE S., ANNIGHÖFER P., MÖLDER I., SCHNEIDER H., TERWEI A., AMMER C., 2020 - *Biosphere reserves* als Reallabore für ein nachhaltiges Management von nicht einheimischen Pflanzenarten. In: BORS DORF A., JUNGMEIER M., BRAUN V., HEINRICH K. (eds), *Biosphere 4.0. - UNESCO-Biosphärenparks als Modellregionen einer nachhaltigen Entwicklung: Prinzipien, Grundlagen und Fallstudien*: 241-256. *Springer*, Heidelberg.
- ZODDA G., 1914 - Un manipolo di briofite sarde. *Bollettino della Società Botanica Italiana* 21: 82-91.
- ZUFFI M., Corti C., 2003 - Aspects of population ecology of *Testudo hermanni hermanni* from Asinara Island, NW Sardinia (Italy, Western Mediterranean Sea): Preliminary Data. *Amphibia-Reptilia*, 24(4): 441-447.