



*Progetto LIFE14 NAT/IT/001017 – ConRaSi*

*Azione A.3 – Analisi delle preferenze di habitat e delle breeding performances delle aree interessate  
dalla presenza delle diverse specie*

**PREFERENZA DELL'HABITAT, MODELLI DI IDONEITÀ  
AMBIENTALE E ANALISI DEL SUCCESSO RIPRODUTTIVO DI  
AQUILA DI BONELLI, LANARIO E CAPOVACCAIO IN SICILIA**



**SETTEMBRE 2016**

## PREMESSA

Il presente documento è la versione concisa della relazione tecnica derivante dall'attuazione dell'Azione A.3 del Progetto LIFE14 NAT/IT/001017 "ConRaSi - CUP H86J15000240006, avente ad oggetto: analisi delle preferenze di habitat e dei parametri riproduttivi nelle aree di presenza delle diverse specie oggetto del progetto (Aquila di Bonelli *Aquila fasciata*, Capovaccaio *Neophron percnopterus* e Lanario *Falco biarmicus*); creazione di specifici modelli di idoneità ambientale per ciascuna delle specie di cui sopra e restituzione dei risultati sotto forma di layer GIS in formato compatibile con il SIT regionale.

La presente relazione è stata compilata in collaborazione con il Dott. Luca Maria Luiselli, il Prof. Mario Lo Valvo, il Dott. Pascual López-López e lo staff del Gruppo Tutela rapaci Sicilia.

## SOMMARIO

1.	Introduzione.....	3
2.	Selezione delle risorse .....	4
3.	Metodologia utilizzata per determinare la preferenza dell'habitat.....	5
4.	Creazione di modelli di idoneità ambientale .....	6
5.	Risultati relativi all'aquila di Bonelli .....	8
6.	Risultati relativi al Lanario .....	10
7.	Risultati relativi al Capovaccaio.....	12
8.	Considerazione generali .....	14
9.	Andamenti demografici .....	15

## 1. Introduzione

La conoscenza dei modelli di distribuzione di una o più specie è cruciale per esplorare in modo statistico i fattori limitanti, in particolar modo quando la stessa ha problemi di conservazione.

Per questo motivo negli ultimi anni lo studio di modelli di distribuzione ha subito un notevole incremento in quanto questo approccio è utilissimo nel predisporre interventi di conservazione per specie a rischio o per valutare le eventuali strategie per la mitigazione dei declini popolazionali o ancora per interventi di reintroduzione.

Lo studio dei meccanismi di selezione e preferenza dell'habitat è, attualmente, uno dei metodi più interessanti per determinare in maniera dinamica la nicchia ecologica di una specie e la conoscenza dei meccanismi attraverso cui la selezione dell'habitat è realizzata è fondamentale per la tutela delle specie minacciate, in quanto permette di poter valutare l'impatto delle variazioni delle diverse componenti dell'habitat in funzione della selezione operata dalle specie.

Uno studio di questo genere si realizza attraverso il rilevamento delle caratteristiche generali (fisico-chimiche, fitosociologiche, orografiche, etc.) cui è legata la distribuzione di una specie e dalla comprensione dei meccanismi attraverso i quali la selezione attiva dell'habitat viene realizzata. La distribuzione delle risorse, infatti, non è uniforme ed ogni animale seleziona le risorse che meglio possono soddisfare le sue esigenze; di conseguenza le risorse "migliori" saranno maggiormente selezionate rispetto a quelle di bassa qualità. Infatti, l'habitat varia da zona a zona e le aree qualitativamente migliori vengono occupate per prima, permettendo una migliore *fitness*. Per queste ragioni all'interno di un particolare areale, a prima vista omogeneo, è possibile scoprire l'esistenza di un gradiente di *fitness* dovuto alla presenza di diverse condizioni ambientali ed ecologiche per cui i territori qualitativamente migliori possono implicare un successo riproduttivo superiore.

## **2. Selezione delle risorse**

Una delle fondamentali risorse per una specie è senza dubbio l'habitat. Un'analisi della selezione di questa risorsa permette di comprendere se una specie si distribuisce in maniera non casuale, quali parametri della struttura dell'habitat sono correlati al suo uso e quali di questi parametri possono essere utilizzati per distinguere habitat usati da habitat evitati. Lo studio accoppiato della selezione dell'habitat e della biologia riproduttiva di una specie diventa così uno strumento di comprensione basilare per la conservazione degli assetti territoriali più idonei alla sua conservazione.

Queste tipologie di ricerca permettono di costruire dei modelli statistici per comprendere i meccanismi con cui avviene, da parte di una specie, la scelta di un sito riproduttivo, delle aree di foraggiamento e delle influenze della composizione dell'habitat sulla densità di popolazione.

Appare chiaro che impostare uno studio basato su un approccio multiscala, ossia su una gerarchia di scale d'indagine, può di certo permettere una comprensione più completa del fenomeno della selezione dell'habitat. Quindi, è necessario impostare un'analisi articolata su scale gerarchizzate, analizzando ad esempio le caratteristiche dei siti riproduttivi ad una scala bassa e consecutivamente le caratteristiche dei territori di caccia ad una scala più vasta.

Nel caso degli uccelli da preda che sono in grado di compiere spostamenti in volo di grandi distanze e la cui composizione dei siti riproduttivi e delle aree di caccia appare fortemente complessa, è indispensabile adottare un approccio multiscala per comprendere i differenti fattori attraverso cui si esprime la preferenza per l'habitat.

### 3. Metodologia utilizzata per determinare la preferenza dell'habitat

Per la redazione dei modelli di preferenza dell'habitat di Aquila di Bonelli, Capovaccaio e Lanario, è stata considerata, per ogni specie, la sua intera popolazione nell'area di distribuzione. Per ogni sito, utilizzando un approccio multiscala (a livello di celle UTM di 10 x 10 km e a livello di home range, considerando un buffer intorno ad ogni sito la cui dimensione è relativa all'home range medio delle diverse specie) sono state misurate dei subset di variabili (termoclimatiche, orografiche e di uso del suolo) in grado di evidenziare i pattern preferiti dalle specie. Tutti i modelli prevedono un approccio logistico di tipo caso (presenza delle coppie) - controllo (aree di assenza, dove la presenza delle specie non è stata rilevata).

#### *Elaborazioni GIS ed analisi statistica*

Tutti i siti riproduttivi, georiferiti sul campo per mezzo di GPS, sono stati inseriti in una piattaforma GIS attraverso la creazione di specifici *shapefile*. Attraverso un'indagine di articoli scientifici specifici è stato selezionato un set di variabili suddivise in orografiche, di uso del suolo e termobioclimatiche e si è proceduto al rilevamento dei parametri relativi alle dette variabili attraverso la creazione di idonee aree buffer territoriali attorno ai punti di presenza delle diverse specie. È stata quindi effettuata una analisi statistica dei dati in tal modo ottenuti e sviluppati i modelli.

Come indicato dalla recente letteratura, per analizzare la preferenza dell'habitat delle tre specie sono state usate le procedure statistiche incorporate nei Modelli Generalizzati Lineari, o GLZ (*General Linear/not linear Model*).

Al fine di evitare una sovrastima delle variabili iniziali o ridondanza delle stesse i set di variabili sono stati sottoposti ad analisi preliminare iniziale in modo da escludere quelle variabili che non contribuiscono significativamente alla presenza delle specie.

Successivamente la matrice dei dati, in tal modo "ripulita", è stata analizzata per mezzo del modello statistico GLZ che consente di evidenziare le variabili che meglio riescono a spiegare la preferenza dell'habitat e quindi la distribuzione spaziale delle specie.

Per una più dettagliata ricostruzione del modello predittivo è stata condotta una ricerca del miglior sottoinsieme di variabili (*Best subset*) che analizza tutte le combinazioni possibili tra sottoinsiemi di variabili dipendenti selezionate ed introdotte nel modello, scegliendo quella più statisticamente rappresentativa.

Successivamente, al fine di testare la valida efficacia dei modelli stessi, è stata verificata la probabilità che il modello riclassifichi correttamente i siti delle diverse specie sulla base dei risultati ottenuti.

## 4. Creazione di modelli di idoneità ambientale

I risultati dei modelli di preferenza dell'habitat ottenuti in seno a questo studio sono stati utilizzati per la realizzazione di modelli di idoneità ambientali integrati, che costituiscono la base per la creazione di una banca dati (SIT) da mettere a disposizione degli Enti di amministrazione e gestione territoriale e da utilizzare per uno sviluppo del territorio compatibile con la conservazione della biodiversità.

La creazione di modelli di idoneità ambientale è tra le più efficaci procedure analitiche utilizzate per la conservazione degli habitat e della diversità. Questi sono degli strumenti di sintesi che permettono di integrare e sintetizzare le relazioni specie-ambiente e rappresentano un valido strumento di supporto alle indagini conoscitive e ai progetti di conservazione e gestione territoriale.

Il metodo è infatti in grado di individuare, all'interno di un areale, le aree potenzialmente idonee, in termini di risorse (e quindi fondamentalmente di habitat), per le singole specie, sulla base delle proprie esigenze biologiche, ecologiche e del peso assegnato alle diverse variabili ambientali nei confronti delle quali la specie appare vulnerabile. Tali variabili sono evidenziate da studi di preferenza o selezione dell'habitat (e delle risorse in genere) che consentono di individuare quali siano i predittori più significativi per descrivere la distribuzione spaziale di una data specie, nel nostro caso i modelli GLZ.

La costruzione del modello deve essere articolata in una sequenza di operazioni successive:

- 1) selezione delle variabili ambientali (risultati dei modelli statistici);
- 2) analisi della integrazione di queste variabili (overlap), risultante dalla analisi di "importanza gerarchica" delle variabili utilizzate.

Il set di variabili risultante dall'analisi statistica di preferenza dell'habitat è quindi utilizzato, tramite specifiche funzioni GIS, per la costruzione di un modello di idoneità ambientale specifico.

In base ai risultati il territorio è stato suddiviso nelle seguenti categorie:

- Non idonei: Ambienti che non soddisfano le esigenze ecologiche della specie.
- A media idoneità: ambienti in cui sono parzialmente presenti gli habitat preferiti, anche se in modo non continuo.
- Ad alta idoneità: Habitat ottimali per la presenza stabile della specie.

Ultima fase è la validazione dei modelli d'idoneità ambientale ottenuti con il procedimento sopradescritto. La validazione consiste nel confronto tra le previsioni ottenute dal modello ed i dati reali di presenza certa di ogni singola specie, ossia la sua reale distribuzione spaziale.

In definitiva, un efficace modello di idoneità ambientale consente individuare le aree critiche e poter finalizzare politiche di intervento locale mirate alla salvaguardia ed al mantenimento di particolari

territori adatti ad ospitare in modo stabile una popolazione riproduttiva oppure il transito e la dispersione della specie.

In questo report vengono presentati i risultati dei modelli di habitat preference e di idoneità ambientale di Aquila di Bonelli, Lanario e Capovaccaio. Nel corso del proseguo del progetto l'ulteriore approfondimento sulla conoscenza delle specie permetterà di valutare se i dati derivanti dal monitoraggio nelle stagionalità 2017 e 2018 potranno essere utilizzati per produrre dei modelli statistici e di idoneità ambientali con un maggiore livello di dettaglio o “fine grain”.

### **Analisi dei parametri demografici**

Sono stati analizzati i parametri riproduttivi e distributivi delle coppie di Aquila di Bonelli e di Capovaccaio durante il periodo 2000-2016. Sono stati analizzati i seguenti parametri riproduttivi, standardizzati secondo le indicazioni della letteratura specialistica:

- Produttività: numero di giovani involati/nidificazioni seguite o coppie territoriali.
- Tasso di involo: numero di giovani involati/coppie con riproduzione avvenuta con esito positivo.
- Successo riproduttivo: coppie nidificanti positivamente/coppie seguite.

Per il Lanario non si dispone della stessa quantità di dati (data la dimensione del campione e l'ampia dispersione della specie nel territorio) per cui sono stati operati dei confronti tra i dati disponibili in letteratura e quelli ottenuti da una survey intensiva condotta nella stagione 2016.

Il database analizzato è stato realizzato in collaborazione con il Gruppo Tutela Rapaci Sicilia.

## **5. Risultati relativi all'aquila di Bonelli**

Il modello di preferenza dell'habitat è stato realizzato sia a scala di paesaggio (288 quadranti UTM in cui è suddivisa la Sicilia) che a scala di home range, considerando un raggio di 4 km intorno ad ogni sito, corrispondente al valore medio dell'home range ottenuto attraverso studi di telemetria satellitare sulla specie.

A livello di scala di paesaggio, il modello ha evidenziato la significatività della pendenza media dei quadranti, correlata alla disponibilità di pareti adatte alla nidificazione, della commistione tra aree agricole tradizionali e aree naturali caratterizzate dalla presenza di vegetazione a macchia mediterranea e delle aree caratterizzate da una certa aridità ed evapotraspirazione estiva.

A livello di scala dell'home range, il modello ha evidenziato l'effetto negativo delle superfici occupate da aree ad agricoltura estensiva, e l'importanza della diversità e della eterogeneità spaziale per l'ecologia di questa specie.

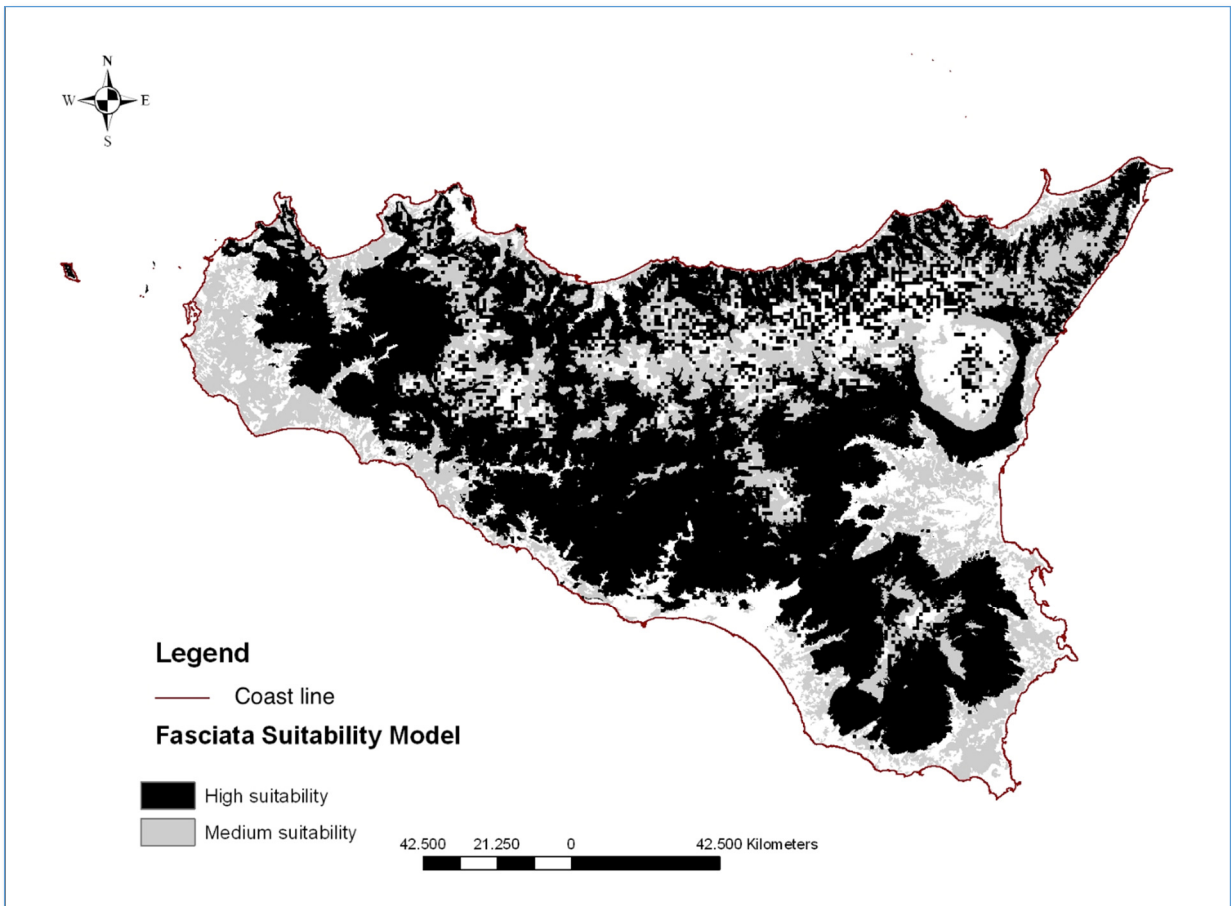
I risultati evidenziano, in linea con la letteratura sulla specie l'importanza degli ambienti pseudosteppici derivanti dalla coevoluzione e commistione di aree agricole estensive ed aree naturali, ricche di specie preda per il rapace e l'effetto negativo delle aree ad agricoltura intensiva, e la preferenza della specie per ambienti secchi e aridi con estati molto calde e per le aree aperte con scarsa copertura arborea.

### **Modello di idoneità ambientale**

Attraverso il GIS le variabili significative del modello predittivo sono state integrate e sovrapposte per ottenere le diverse classi di idoneità territoriale.

In accordo con il modello di idoneità ottenuto (Fig. 1), l'habitat idoneo per la specie si estende su tutta la Sicilia, in particolare nelle aree meridionali e centrali di bassa montagna. Il modello evidenzia che meno del 15% della superficie dell'isola mostra bassa idoneità per la specie, mentre circa il 20% mostra caratteristiche di alta idoneità, mentre più del 65% del territorio mostra un'idoneità media.





*Fig. 1. Modello di idoneità ambientale di Aquila di Bonelli in Sicilia.*

## **6. Risultati relativi al Lanario**

Il modello di preferenza dell'habitat, è stato realizzato sia alla scala di paesaggio (quadranti UTM) che a scala di home range, considerando un raggio di 2 km intorno ad ogni sito.

Il modello, alla scala di paesaggio, evidenzia che la specie è legata ad un preciso range bioclimatico ed una relazione negativa tra la presenza del rapace e le aree artificiali.

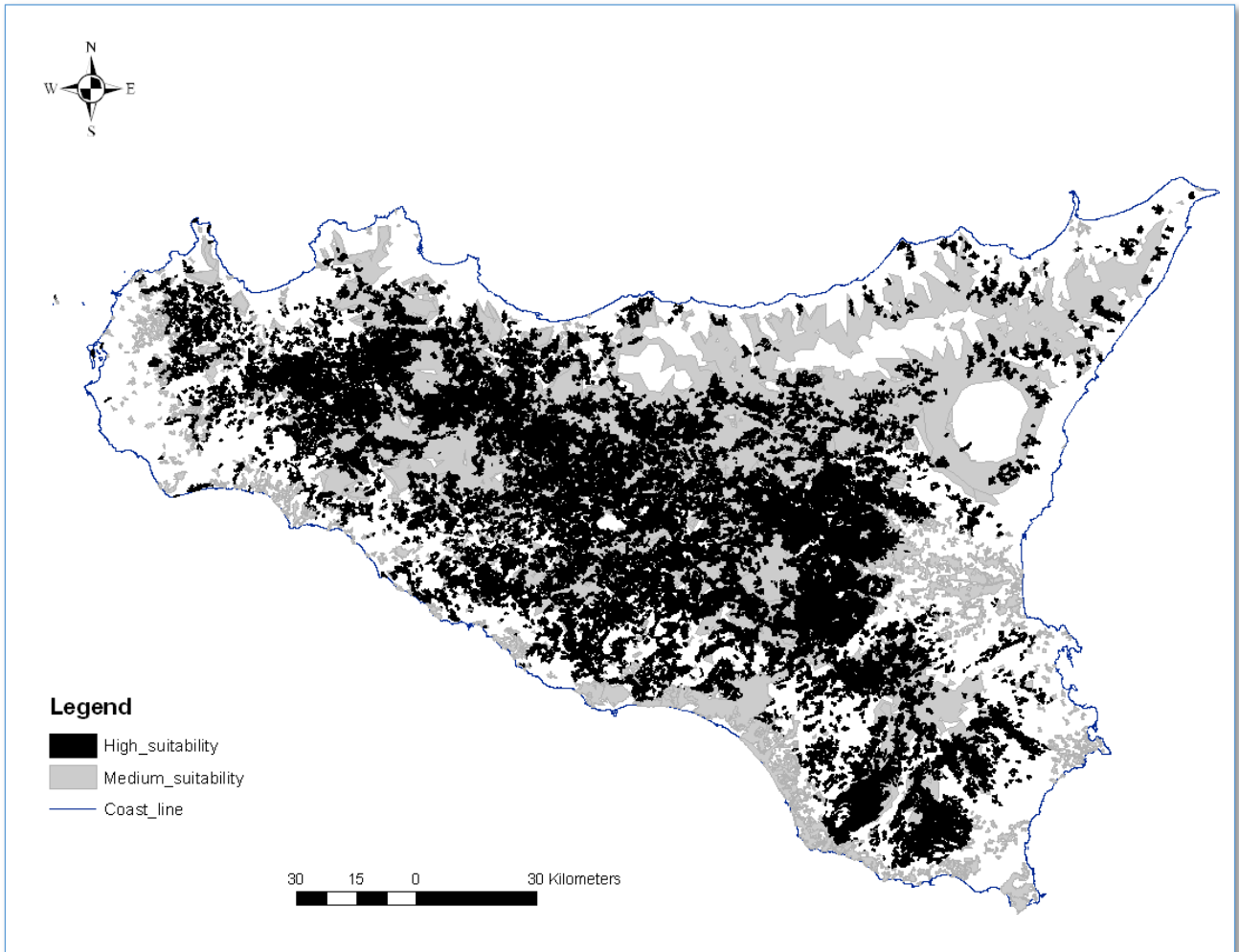
Alla scala dell'home range, il modello ha evidenziato che la probabilità di presenza del Lanario è positivamente correlata alla presenza di seminativi, di aree a prateria ed a vegetazione sclerofilla e di aree agricole associate ad aree naturali; inoltre la presenza della specie è correlata positivamente alla pendenza media (che, come visto nel modello dell'Aquila di Bonelli, è correlata alla presenza di pareti rocciose adatte a nidificare) e negativamente all'elevazione dei territori sul livello del mare.

I risultati del modello confermano la preferenza della specie per habitat caldi e secchi e la sua intolleranza alle aree artificiali, il cui sviluppo rappresenta al momento uno dei maggiori pericoli per la conservazione di questa specie.

In particolare, il modello alla scala dell'home range evidenzia come la specie preferisca delle patches di aree naturali (praterie e vegetazione sclerofilla) e agricole estensive miste ad ambienti naturali, confermando per questa specie l'importanza degli ambienti steppici e pseudosteppici con abbondanza di aree naturali e ambienti rupicoli e la necessità di mantenere inalterate le condizioni di questi peculiari ambienti della porzione interna della Sicilia, minimizzando qualsivoglia intervento di modificazione del territorio e di opere ad elevato impatto antropico.

### **Modello di idoneità ambientale**

In accordo con il modello di idoneità ottenuto (Fig. 2), l'habitat idoneo per la specie si estende su tutta la Sicilia, in particolare nelle aree centrali e meridionali di bassa montagna, con dei territori altamente vocati anche nella porzione occidentale dell'isola.



*Fig. 2. Modello di idoneità ambientale del Lanario in Sicilia*

Sovrapponendo le celle di 5 x 5 km di lato di presenza della specie sul territorio siciliano il modello appare riclassificare correttamente il 93,8% delle celle occupate in aree ad alta e media idoneità.

I risultati del Modello di idoneità ambientale evidenziano che poco meno del 85% della superficie dell'isola mostra alta e media idoneità mentre circa il 15% risulta non idoneo alla presenza della specie.

Questo risultato evidenzia che nonostante i cambiamenti ambientali che ha subito il territorio siciliano, questo manterrebbe tuttora un'alta vocazione per la specie, per cui le cause della sua diminuzione vanno probabilmente cercate, oltre che nella oggettiva modificazione degli habitat, nella elevata pressione antropica sul territorio (disturbo ai siti) e al prelievo di piccoli e uova dai nidi, come sottolineato da recenti attività investigative CITES e quindi un problema di tipo demografico derivante da queste cause

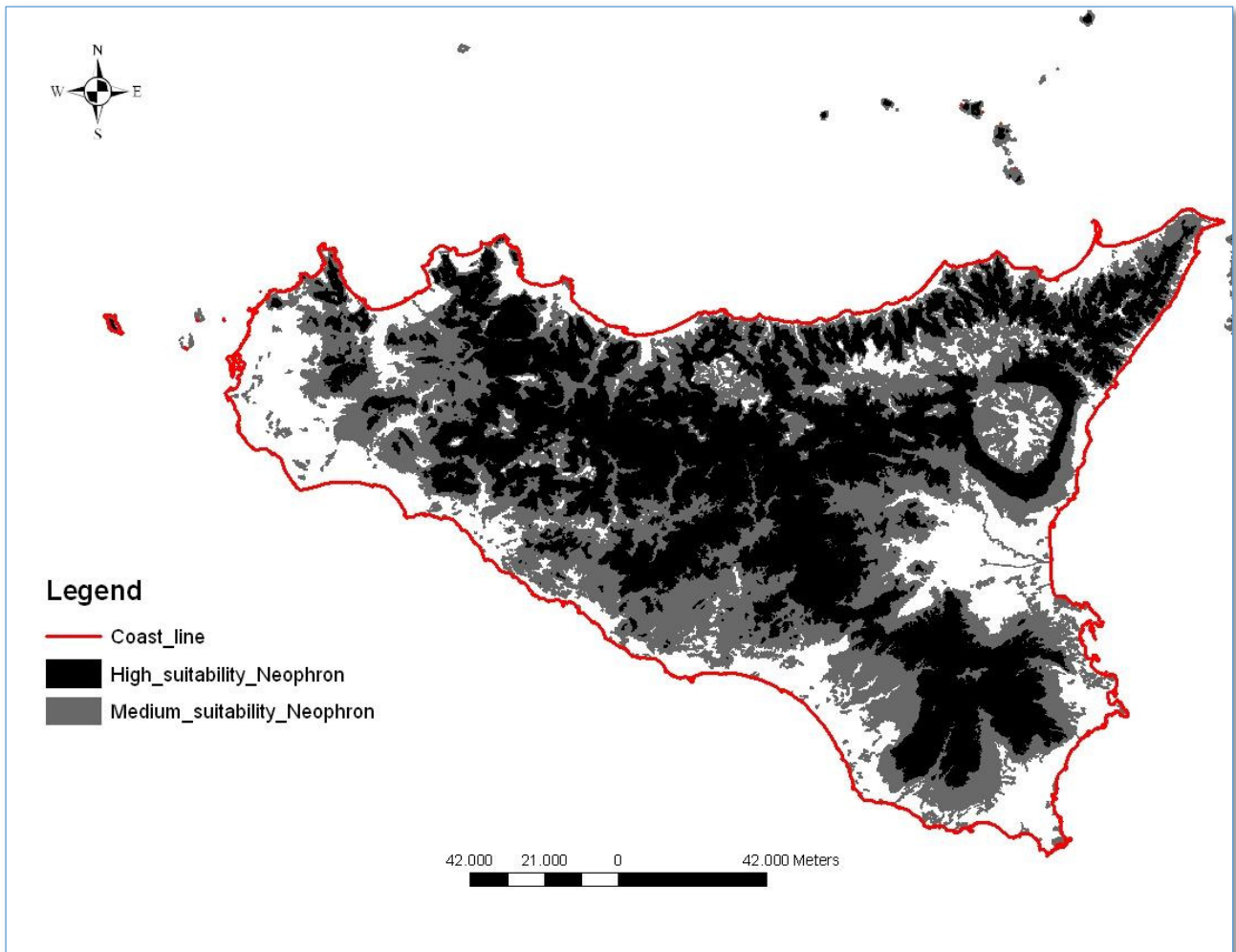
## **7. Risultati relativi al Capovaccaio**

Il modello di preferenza dell'habitat è stato realizzato alla scala di paesaggio (quadranti UTM) a causa dell'esiguo numero di territori attualmente occupati dalla specie

I risultati del modello GLZ evidenziano che la distribuzione del Capovaccaio è legata ad un bioclimate particolarmente arido e caratterizzato da una commistione di vegetazione erbacea ed arbustiva, ed alla pendenza media, che come già citato è positivamente correlata alla presenza di pareti idonee alla nidificazione.

### **Modello di idoneità ambientale**

In accordo con il modello di idoneità ottenuto (Fig. 3), l'habitat idoneo per la specie si estende su tutta la Sicilia, in particolare nelle aree centrali e orientali della Sicilia. Il modello ha tuttavia un valore indicativo, poiché non sono stati inseriti i parametri relativi alla disponibilità di risorse trofiche della specie, in particolare su presenza e densità del pascolo ovicaprino, che sembrerebbe fortemente condizionare la demografia e la presenza di questo raro avvoltoio.



*Fig. 3. Modello di idoneità ambientale del Capovaccaio in Sicilia.*

I risultati del Modello di idoneità ambientale evidenziano che il 75% della superficie dell'isola mostra alta e media idoneità alla presenza della specie, mentre circa il 25% risulta non idoneo alla presenza della specie.

Inoltre il modello evidenzia la selezione strategica delle aree per la realizzazione delle stazioni di alimentazione.

## **8. Considerazioni generali**

L'analisi della preferenza dell'habitat e lo sviluppo dei Modelli di idoneità ambientali delle tre specie evidenziano come tutte e tre siano legate alla fascia paesaggistica xerica e pseudosteppica della Sicilia, in particolar modo della parte centrale e meridionale dell'isola.

I risultati evidenziano la necessità di promuovere azioni di conservazione atte a minimizzare le interferenze di origine antropica e la costruzione di infrastrutture nei territori vocati per le specie, e di mantenere l'assetto paesaggistico tradizionale del territorio, legate ad un'interazione storica tra attività agricole estensive ed ambienti naturali, che originano gli habitat pseudosteppici, importantissime per la conservazione di questa comunità di uccelli da preda in ambiente mediterraneo.

I risultati dei modelli di idoneità ambientale evidenziano che, nonostante i profondi cambiamenti ambientali che hanno interessato la Sicilia negli ultimi decenni, il territorio siciliano mostra ancora delle buone idoneità alla presenza di queste specie, per cui sarebbe necessario promuovere azioni di conservazioni efficaci atte a conservare gli habitat idonei, tra cui anche una rielaborazione critica dei Siti Natura 2000 finalizzata alla creazione di nuove aree di tutela interessate dalla presenza o vocate per queste specie.

Nel caso del Capovaccaio, la più ridotta tra le popolazioni analizzate in questo studio, appare indispensabile lo sviluppo della prevista 'azione di supporto alimentare attraverso la realizzazione di una rete di stazioni di alimentazione che potrebbero favorire un aumento del successo riproduttivo e quindi un incremento demografico.

È anche essenziale per stabilire un monitoraggio continuo della popolazione, per prevenire il furto di uova e pulcini da nidi, un fenomeno che sta avendo un profondo impatto sulle popolazioni di alcune specie di rapaci in Sicilia, in particolar modo per Aquila di Bonelli e Lanario.

## **9. Andamenti demografici**

Per verificare lo stato di salute e di conservazione di una specie è indispensabile considerare non soltanto la consistenza di una popolazione e la sua evoluzione nel tempo, ma anche l'evoluzione dei suoi parametri demografici, in quanto forniscono delle informazioni sulla qualità delle aree occupate o del territorio in generale (un area ricca di prede consente una migliore fitness), ma ancor di più consentono di evidenziare eventuali problematiche di tipo demografico e di avere gli strumenti idonei per poter implementare dei modelli predittivi.

In questo studio vengono analizzati i trend sia della evoluzione delle popolazioni negli ultimi 25 anni che dei parametri di biologia riproduttiva più indicativi che, come citato precedentemente, sono produttività, tasso di involo e successo riproduttivo.

L'andamento di questi parametri verrà rilevato per ogni anno di corso del progetto in modo da evidenziare eventuali variazioni o miglioramenti nelle azioni previste e attraverso il confronto ante e post LIFE, verificare il successo degli interventi del progetto stesso.

### **Aquila di Bonelli**

È stata effettuata un'analisi di dettaglio sulla demografia dell'Aquila di Bonelli in Sicilia durante il periodo 1990-2015.

Durante la stagione 2016, durante la quale nel corso del monitoraggio del progetto LIFE sono stati scoperti due nuovi territori occupati (di cui uno è una importante ricolonizzazione di un sito storico) i parametri demografici rilevati non si discostano dalla media evidenziata per il 1990-2015.

Per evidenziare differenze in termini di produttività per tutte le coppie monitorate durante il periodo 1990-2015 è stata utilizzata un'analisi statistica per evidenziare l'effetto della sorveglianza in alcuni siti portata avanti dal Gruppo Tutela Rapaci dal 2010 e sono state testate le differenze in termini di produttività, prima e dopo il 2010.

L'analisi ha evidenziato che i parametri riproduttivi generali non sono variati in modo significativo durante il periodo di studio, ma che è avvenuta una variazione nella produttività relativa ai nidi sorvegliati a partire dal 2010 dal Gruppo Tutela Rapaci, in passato sottoposti al prelievo di uova e pulli, nei quali la produttività media è aumentata in modo significativo.

Questo risultato indica la buona qualità del territorio per l'Aquila di Bonelli, che riesce comunque a mantenere standard riproduttivi costanti, ed evidenzia il forte rischio demografico costituito dal prelievo di uova e nidi che ha interessato e continua ad interessare la Sicilia.

## **Lanario**

Nella stagione riproduttiva 2016 è stato formato un team di almeno 15 esperti ornitologi ed organizzato un piano di surveys dei siti conosciuti su tutto il territorio siciliano. Il team ha condotto una survey intensiva, evidenziando un forte calo della popolazione rispetto al decennio passato ed una significativa riduzione della produttività e del successo riproduttivo rispetto a quella registrata in altri studi in Sicilia.

La situazione attuale del Lanario in Sicilia, come nel resto d' Italia, è delicata, dal momento che la specie sta subendo un drammatico declino sia nel numero di coppie sia nei parametri riproduttivi, ed evidenzia la necessità di un programma serio di sorveglianza dei siti, atto a prevenire il saccheggio di *pulli* e uova, e degli interventi territoriali atti a minimizzare il disturbo antropico che potrebbe, contestualmente al prelievo, essere alla base di questo drammatico calo del successo riproduttivo e della produttività.

## **Capovaccaio**

Dal 1990 al 2016 l'andamento della popolazione ha mostrato un andamento piuttosto oscillante, ma tendente comunque alla diminuzione.

Le analisi statistiche elaborate sulle nidificazioni analizzate tra il 1990 ed il 2016 hanno evidenziato che, globalmente, i parametri riproduttivi si sono mantenuti nel tempo costanti.

La situazione demografica della specie appare molto complessa, poiché potrebbe essere dovuta ad un'elevata mortalità sia giovanile che adulta sia nell'areale riproduttivo che nei quartieri di svernamento.

Indispensabile è la costituzione di una rete di carnai nelle aree vocazionali per intervenire positivamente sul successo riproduttivo, come già accaduto in Sicilia. Inoltre, risulterà anche importante incrementare il tasso di occupazione dei siti, favorendo la sopravvivenza degli adulti e dei giovani nelle aree riproduttive e favorendo una ipotizzabile rioccupazione dei siti storici, evento probabile considerando l'elevato numero di floaters osservati negli ultimi anni nel territorio siciliano.