



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI



COMUNE DI OLMEDO

Committente:

PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO UNICO REGIONALE

ai sensi dell'art. 27 bis del D.L. 152/06 e del D.M. 52/2015

Denominazione progetto:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO" di potenza 7,0005 MWp

Sito in:

Comune di Olmedo (SS) in località Pala Reale

Titolo elaborato:

Analisi costi-benefici

Elaborato n. VIA18

Scala -



REV.:

REDAZIONE:

CONTROLLO:

DATA:

FIRMA/TIMBRO
COMMITTENTE:

00

04/10/2022

01


Aprile 2023

02



Analisi costi-benefici relativa al progetto agrivoltaico del comune di Olmedo (SS)

Seconda consegna
Aprile 2023



Credits

Titolo del report

Analisi costi-benefici relativa al progetto agrivoltaico del comune di Olmedo (SS)

Data

07/04/2023

Versione documento

v3

Indice

1. INTRODUZIONE	1
1.1 I servizi ecosistemici	1
2. DEFINIZIONE DEL CONTESTO E DEGLI OBIETTIVI DI PROGETTO	3
3. DEFINIZIONE DELLE OPZIONI	3
3.1 Scenario attuale (baseline)	3
3.2 Scenario di progetto	4
4. ANALISI FINANZIARIA	4
5. ANALISI ECONOMICA	7
5.1 Servizio di habitat per la biodiversità	7
5.2 Servizio di impollinazione	14
5.3 Servizio di qualità paesaggistica	26
5.4 Risultati dell'analisi economica	27
6. CONCLUSIONI	29
7. BIBLIOGRAFIA	30

1. Introduzione

Il presente report è realizzato da Etifor Srl e Società Benefit su commissione della società FLYNIS PV 1 Srl e presenta l'analisi costi-benefici relativa al progetto "Impianto agrivoltaico Olmedo di potenza 7,0005 MWp sito nel Comune di Olmedo (SS) in località Pala Reale" che interessa una superficie di circa 10 ha.

Con il termine analisi costi-benefici si indica un insieme di tecniche di valutazione di progetti di investimento basate sulla valutazione, il calcolo ed il confronto di tutti i costi e i benefici direttamente e indirettamente ricollegabili all'investimento stesso.

In linea di massima, l'analisi finanziaria del progetto serve a descrivere la convenienza del proponente a scegliere ed intraprendere un certo tipo di operazione tra una serie di possibili alternative. Il business plan dovrà dare delle risultanze finanziarie positive per il proponente ed essere in linea con i tempi di ritorno dell'investimento che egli si propone di avere nell'ambito di operatività specifico.

Non di meno anche progetti privati, finanziariamente sostenibili, hanno ricadute collettive e sociali e proprio in quest'ottica occorre una loro valutazione per provare a comprenderne gli effetti traducendoli in output misurabili e confrontabili.

È ormai chiaro che qualunque iniziativa si ripercuote, direttamente o indirettamente, sull'ambiente circostante, sia dal punto di vista strettamente naturale, che dal punto di vista antropico. Avremo pertanto ricadute negative (costi) e ricadute positive (benefici) che non riguardano il proponente ma la collettività. Occorre pertanto "spostare" il business plan dal settore strettamente finanziario e legato a costi e benefici relativi al proponente e riformularlo in un'ottica collettiva o "sociale" per comprendere appieno (o almeno introdurre elementi valutativi) come un'iniziativa privata come quella proposta riverberi i suoi effetti su patrimoni e valori sociali.

Vi sono infatti molti benefici e costi che possono essere rilevanti per la collettività, anche in un'ottica intergenerazionale, e che il mercato non è in grado di valutare o comunque non riesce a rilevare in modo puntuale. Ne esistono infine altri che, seppure rilevabili, non vengono generalmente considerati dai privati.

Come previsto dall'Allegato III del Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/207 della Commissione, G.U.E. L38 del 13.2.2015¹, l'analisi contempla una prima parte introduttiva di definizione del contesto e degli obiettivi del progetto, l'analisi delle alternative e successivamente l'analisi finanziaria e quella economica.

1.1 I servizi ecosistemici

All'interno dell'analisi economica trova spazio anche la valutazione di alcuni servizi ecosistemici. Questo paragrafo consiste in un approfondimento su questa tipologia di servizi, fornendone una definizione e descrivendo perché è importante includerli fin da subito nella fase di progettazione e presentazione dei progetti, in modo da fornire informazioni di contesto aggiuntive per guidare il processo decisionale.

1.1.1 Cosa sono e perché è importante considerarli in fase di progettazione

Secondo la definizione del *Millennium Ecosystem Assessment* (MA Board, 2005), i servizi ecosistemici sono i "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano". In letteratura ne sono disponibili varie

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0207&from=RO>

classificazioni; quella generalmente utilizzata, e offerta dal medesimo documento, raggruppa i servizi in quattro grandi categorie (Figura 1), tutte poste in stretta relazione con il benessere e la salute del genere umano:

- **Servizi di approvvigionamento:** sono rappresentati da tutti i beni che vengono prodotti o derivano dagli ecosistemi, utili all'uomo per soddisfare i propri bisogni. Rientrano in questa categoria: il cibo, il legname, le fibre in genere e l'acqua potabile.
- **Servizi di regolazione:** rappresentano i benefici che derivano dalla regolazione di processi ecosistemici come la purificazione delle acque e il trattamento dei rifiuti, l'impollinazione e la regolazione della qualità dell'aria, del clima, dell'erosione, dei pericoli naturali, etc.
- **Servizi culturali:** sono servizi accumulati dalla peculiarità di essere immateriali, cioè non tangibili. Vi fanno parte servizi che contribuiscono al benessere spirituale umano, come valori educativi, estetici, di diversità culturale, ricreazione ed ecoturismo.
- **Servizi di supporto:** quali il ciclo dei nutrienti, la formazione del suolo, la produzione primaria, la fotosintesi, il ciclo dell'acqua e l'habitat per la biodiversità. Essi consentono la fornitura di tutti gli altri tipi di servizi ecosistemici. Da questo si evince come non si tratti di categorie a sé stanti: i servizi di supporto sono infatti una categoria trasversale che confluisce nelle altre e le alimenta).



Figura 1 - Classificazione dei servizi ecosistemici secondo il Millennium Ecosystem Assessment (MA Board, 2005). Fonte immagine: Fondazione Michelagnoli (2023).

Riconoscere e considerare le esternalità di un progetto sui servizi ecosistemici è fondamentale per ottenere una completa valutazione degli impatti che questo avrà sulla collettività. La traduzione in termini economici del beneficio, anche laddove non esista un prezzo di mercato per misurarlo (attraverso metodologie dirette o indirette), è fondamentale per mettere a confronto i diversi impatti,

positivi e negativi, e consentire ai policy-makers e soggetti proponenti di costruire progettualità orientate a massimizzare quelli positivi. Per tale ragione verranno stimati singolarmente alcuni servizi ecosistemici, poi considerati nel loro insieme nell'analisi economica.

1.1.2 Valutazione e interpretazione dei risultati

Proprio in ragione della natura particolare dei servizi ecosistemici, che sono beni pubblici di cui si può godere senza un pagamento in cambio, quantificarne il valore può essere complicato. In assenza, come nella maggior parte dei casi, di un prezzo di mercato, è necessario ricorrere ad alcune metodologie proprie dell'estimo che prendono in considerazione dei valori associati ai costi da sostenere in relazione ai servizi ecosistemici (ad esempio, il costo di ripristino o di sostituzione) oppure alla domanda che ne viene fatta da parte dei consumatori. Attraverso questo escamotage è possibile pervenire a un numero che descrive nel modo più accurato possibile il probabile valore del servizio ecosistemico, ma a causa delle incertezze proprie di questi metodi di valutazione bisogna tenere presente che tali importi non hanno la pretesa di rappresentare il valore esatto dei servizi, ma un'indicazione il cui ordine di grandezza può essere paragonato e messo a confronto con i risultati dell'analisi finanziaria, per fornire un'informazione di massima al decisore politico.

2. Definizione del contesto e degli obiettivi di progetto

L'area identificata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico "Olmedo" è localizzata nel comune di Olmedo, Località Pala Reale, in provincia di Sassari. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico attraverso la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra con perpetuazione dell'uso delle superfici per coltivazioni foraggere e l'attivazione di un'attività apistica

Entrando nel merito del contesto territoriale, l'area di progetto si inserisce in uno scenario collinare/sub-collinare, sub-pianeggiante, in una compagine territoriale dove la macchia mediterranea/gariga, dominante nelle aree a maggiore pendenza, si alterna, invece, ad appezzamenti agricoli estesi nelle zone meno acclivi e per lo più pianeggianti. La componente agricola, tipica della zona, è costituita da prati/erbai intervallati a pascoli. L'area di impianto, ad oggi adibita ad erbaio sfalcabile risulta quasi completamente circondata da formazioni arbustive-arboree tipiche della macchia mediterranea, fatta eccezione per il lato ovest, confinante invece con ulteriori appezzamenti. Nelle vicinanze del sito di impianto si rilevano alcuni sporadici fabbricati rurali adibiti ad attività agricole e/o zootecniche.

Il sito identificato è frutto di un'accorta valutazione propedeutica, che ne ha sancito la fattibilità tecnico-autorizzativa, in accordo con la normativa vigente e con le legittime proprietà dei terreni, cui è seguita un'attenta progettazione agronomico-ingegneristico-ambientale (secondo criteri di piena sostenibilità) e una positiva verifica di allaccio alla Rete Elettrica Nazionale. Per ulteriori dettagli consultare lo Studio di Impatto Ambientale (SIA) relativo al progetto (Flyren, 2021).

Come ivi ampiamente descritto, l'obiettivo del progetto è trovare un'equilibrata soluzione che permetta di rispondere alle esigenze in termini di fonti energetiche rinnovabili e di mantenere l'attività agricola così come è stata realizzata sinora.

3. Definizione delle opzioni

3.1 Scenario attuale (baseline)

L'area è attualmente condotta ad erbai xerici non irrigui costituiti prevalentemente da specie annuali di graminacee e di leguminose (avena, orzo e trifoglio) che prevedono annuale aratura, semina e sfalcio;

questi erbai sono parzialmente bordati da formazioni arbustive/arboree tipiche della macchia mediterranea.

3.2 Scenario di progetto

Facendo riferimento alla relazione agronomica del 29/03/2023, risulta che la superficie strettamente funzionale alla produzione energetica, delimitata dalla recinzione di impianto, sarà pari a circa 10,1 ha. Il sistema agrivoltaico proposto prevede di utilizzare inseguitori solari monoassiali, sorretti da pali posti a 5,5 m l'uno dall'altro, che lasciano una zona libera minima di m 2,6. La configurazione spaziale è sufficiente a garantire lo svolgimento delle le ordinarie attività agricole e per la movimentazione delle macchine operatrici. La tecnologia utilizzata (tracker) prevede che l'inclinazione dei moduli fotovoltaici vari gradualmente durante il giorno in base alla posizione del sole garantendo lo spostamento della fascia d'ombra creata dalla fila di pannelli (evitando di avere zone costantemente in ombra oppure, nel caso contrario, a rischio di "bruciature" per l'eccessivo irraggiamento).

Parallelamente, è prevista anche la realizzazione di interventi di tipo agroambientale tra cui:

- il miglioramento della qualità foraggera del cotico esistente attraverso la trasemina di un mix di leguminose e graminacee auto-riseminanti finalizzata alla costituzione di un **prato polifita sfalciabile** ad elevato valore produttivo, ambientale, paesaggistico ed ecologico. A differenza dell'erbaio, per il prato polifita non è prevista l'aratura ma operazioni di trasemina e lavorazione superficiale del terreno (massimo 20 cm) ogni 3-5 anni, programmati sulla base di rilievi vegetazionali al fine di garantire la conservazione della composizione del manto erboso ed prevenire il prevalere di specie infestanti;
- piantumazioni e rinfoltimenti nelle aree a macchia mediterranea contermini il sito di impianto, al fine di valorizzare l'ecosistema agro-silvo-pastorale esistente, contribuire alla conservazione della biodiversità, incrementare la protezione del paesaggio e dell'ambiente e potenziare la rete ecologica locale (l'intervento vuole incrementare la presenza di aree rifugio e di corridoi);
- l'installazione di 50 arnie per la realizzazione di una attività apistica con ricadute significative anche sul comparto ecologico-produttivo della macro-zona in ragione del ruolo strategico, a livello ecosistemico, degli insetti impollinatori (e.g. salvaguardia della biodiversità, conservazione e salute degli habitat locali, monitoraggio ambientale).

4. Analisi finanziaria

Per quanto riguarda l'analisi finanziaria si è fatto riferimento agli indicatori di risultato Valore Attuale Netto Finanziario (VANF), Tasso di Rendimento Interno Finanziario (TRF) e rapporto benefici-costi (RBC), e si è operato mediante confronto tra la baseline attuale e lo scenario futuro.

Per svolgere l'analisi abbiamo usato la metodologia esposta nella guida della Commissione Europea (European Commission, 2014).

Seguendo quindi le linee guida della Commissione Europea, per effettuare l'analisi finanziaria è necessario definire una serie di assunzioni.

Il primo passo consiste nello scegliere lo **scenario controfattuale (1)**: situazione che si verificherebbe nell'area in assenza del progetto. È poi necessario scegliere il **tipo di scenario (2)** tra:

- scenario "business as usual" (BAU), che viene utilizzato nei casi in cui il progetto consiste in un asset totalmente nuovo dove non esistono servizi o infrastrutture esistenti
- scenario "Do-minimum", che viene ipotizzato in presenza di precedenti investimenti per il miglioramento di una struttura esistente e pertanto deve essere considerato nell'analisi finanziaria.

Non essendovi un'interruzione dell'attività nell'area a causa del progetto (l'attività agricola si mantiene inalterata e non viene quindi considerata nell'analisi costi-benefici, che valuta solo le differenze tra i due scenari), è stato scelto lo scenario BAU.

Per creare i flussi di cassa è necessario definire il **tasso di sconto finanziario (3)**. L'articolo 10 del Regolamento Delegato della Commissione raccomanda un tasso del 4% per l'attualizzazione dei flussi di cassa, considerato come parametro di riferimento per il reale costo opportunità del capitale nel lungo periodo.

L'ultimo passo consiste nella definizione di un **orizzonte temporale (4)** per l'analisi. Considerando i periodi di riferimento della CE per settore Energia, il periodo di riferimento risulta di 15–25 anni. Per conformità con gli altri elaborati progettuali si è quindi considerato un periodo di esercizio di durata di 25 anni.

Ai fini dell'analisi si è considerato inoltre che:

- 1) l'IVA non rientra tra i costi perché viene recuperata;
- 2) il valore residuo è assunto pari a zero perché, secondo le linee guida CE, tale valore sarà nullo o trascurabile se si considera un orizzonte temporale pari alla vita economica del bene, come avviene in questo caso.

L'analisi finanziaria effettuata è riportata in Tabella 1 e considera

- **COSTI:** investimento iniziale € 6.136.398,90 e costo operativo totale € 15.000/anno
- **BENEFICI:** prodotto della Producibilità annua del progetto (11993 MWh/anno) e il prezzo dell'energia elettrica (80 €/MWh).

Sulla base di questi dati il **Valore Attuale Netto Finanziario (VANF)** risulta pari a **7.119.994**, con un **Tasso di Rendimento Interno Finanziario (TRF)** pari a 13,86% e un **rapporto benefici-costi (RBC)**, pari a 2,12.

Tabella 1: Analisi finanziaria

Anno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	22	23	24	25
Capacità di produzione (%)		100%	99%	98%	97%	96%	95%	94%	93%	92%	91%	90%	89%	88%	87%		79%	78%	77%	76%
Ricavi totali		959.440,0	949.845,6	940.251,2	930.656,8	921.062,4	911.468,0	901.873,6	892.279,2	882.684,8	873.090,4	863.496,0	853.901,6	844.307,2	834.712,8		757.957,6	748.363,2	738.768,8	729.174,4
Valore residuo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Afflussi totali	-	959.440,0	949.845,6	940.251,2	930.656,8	921.062,4	911.468,0	901.873,6	892.279,2	882.684,8	873.090,4	863.496,0	853.901,6	844.307,2	834.712,8		757.957,6	748.363,2	738.768,8	729.174,4
Investimento iniziale	6.136.398,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costi operativi totali		- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0
Costi di sostituzione	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deflussi totali	6.136.398,9	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0	- 15.000,0
Flusso di cassa netto	6.136.399	944.440	934.846	925.251	915.657	906.062	896.468	886.874	877.279	867.685	858.090	848.496	838.902	829.307	819.713		742.958	733.363	723.769	714.174

Indicatori finanziari	Valore
Valore attuale netto (VAN)	7.119.994
Tasso di rendimento interno (TRF)	13,86%
Rapporto benefici-costi (RBC)	2,12

5. Analisi economica

Per quanto riguarda l'analisi economica, è stato calcolato l'impatto che gli scenari di progetto avranno sui servizi ecosistemici (impatto ambientale) per ottenere gli indicatori di risultato **Valore Attuale Netto Economico (VANE)** e **Tasso di Rendimento Interno Economico (TRE)**. Le stime sono state effettuate utilizzando dati bibliografici (metodo del *Benefit Transfer*) o riferendosi al mercato esistente. I servizi ecosistemici di cui è stato stimato un valore economico sono:

- servizio di habitat per la biodiversità;
- servizio di impollinazione;
- servizio di qualità paesaggistica.

La variazione del servizio di produzione agricola non è stata valutata poiché il progetto agrivoltaico proposto mira a garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo. Per tali aspetti si rimanda alla consultazione della Relazione Agronomica (elaborato VIA 10 REV 02).

Si sottolinea che, per ciascun servizio ecosistemico per pervenire alla stima in termini monetari si è proceduto alla quantificazione:

- biofisica del servizio emesso;
- economica, da associare alla quantità biofisica

5.1 Servizio di habitat per la biodiversità

In accordo con quanto indicato dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente di Regione Sardegna con nota prot. 13488 del 26/05/2022, il servizio ecosistemico di habitat per la biodiversità è stato stimato basandosi sul manuale "Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo" (ISPRA, 2018), che individua nel modello "Habitat Quality" del software InVEST (Natural Capital Project, 2022) un idoneo strumento di valutazione qualitativa.

5.1.1 Metodologia

Il modello Habitat Quality (InVEST)

Il modello InVEST "Habitat Quality" utilizza la qualità e la rarità dell'habitat come proxy per rappresentare la biodiversità di un paesaggio, stimando l'estensione dei tipi di habitat e vegetazione in un paesaggio e il loro stato di degrado. Il modello combina le mappe dell'uso del suolo e della copertura del suolo (LULC) con i dati sulle minacce agli habitat e sulla risposta degli habitat. La modellazione della qualità dell'habitat insieme ai servizi ecosistemici consente agli utenti di confrontare i modelli spaziali e identificare le aree in cui la conservazione andrà maggiormente a vantaggio dei sistemi naturali e proteggerà le specie minacciate. Il modello in sé non tenta di attribuire un valore monetario alla biodiversità, cosa che invece viene proposta a valle dell'utilizzo del modello, attraverso l'applicazione della metodologia del *benefit transfer* (si veda paragrafo sulla valutazione economica in seguito).

InVEST, quindi, determina la qualità relativa di uno specifico habitat in base a quattro fattori: la **capacità dell'habitat di sostenere forme di vita animale e vegetale**; l'**impatto di ciascuna minaccia sui diversi habitat**; la **sensibilità di ogni singolo habitat** ad essere influenzato dai diversi tipi di minacce; la **distanza degli habitat dalle relative fonti di alterazione** dell'equilibrio proprio.

La stima della qualità dell'habitat si è basata sul confronto tra le classi di uso del suolo della situazione attuale (baseline) e dello scenario futuro (progetto "Impianto agrivoltaico Olmedo").

I dati di input necessari per il modello sono:

- la **mappa di uso e copertura del suolo** (raster), per entrambi gli scenari;
- la **mappa della minaccia** (raster), una per ogni minaccia individuata;
- la **tabella delle minacce** (.csv): tabella che associa a ogni minaccia la massima distanza di influenza, l'impatto (o peso) relativo alle altre minacce e il tipo di decadimento dell'impatto (lineare o esponenziale);
- la **tabella di sensibilità** degli habitat alle minacce (.csv): tabella che associa a ogni classe di uso del suolo il relativo impatto delle minacce;
- la **costante di mezza saturazione**: il valore di default è impostato a 0.05 ma per essere calibrata è necessario far girare il modello una prima volta, per poi settarla pari alla metà del valore massimo dalla mappa di degradazione dell'habitat prodotta dal modello stesso; con quel valore il modello viene eseguito nuovamente, questa volta in via definitiva.

Il modello Habitat Quality genera in output due mappe che rappresentano la qualità degli habitat (**Habitat Quality**) e le pressioni che gravano su di essi (**Habitat Degradation**); in entrambi i casi si tratta di file immagine (raster). La valutazione viene effettuata sulla mappa di qualità dell'habitat, utilizzando i valori della mappa di degradazione dell'habitat per impostare la costante di mezza saturazione.

Dati di input

La **mappa raster di uso del suolo** è stata costruita a partire dalla Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40) disponibile sul Geoportale di Regione Sardegna², in quanto la più recente disponibile mappa LULC del progetto Corine Land Cover. Attraverso il software QGIS questa è stata ritagliata in modo da coprire l'intorno di 1 km del confine catastale dell'area di progetto al fine di delimitare il perimetro di analisi per la stima di questo servizio (Figura 2).

² Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40). Online: <https://www.sardegnaegeoportale.it/index.php?xsl=2420&s=40&v=9&c=14480&es=6603&na=1&n=100&esp=1&tb=14401> (ultimo accesso: 11/07/2022).

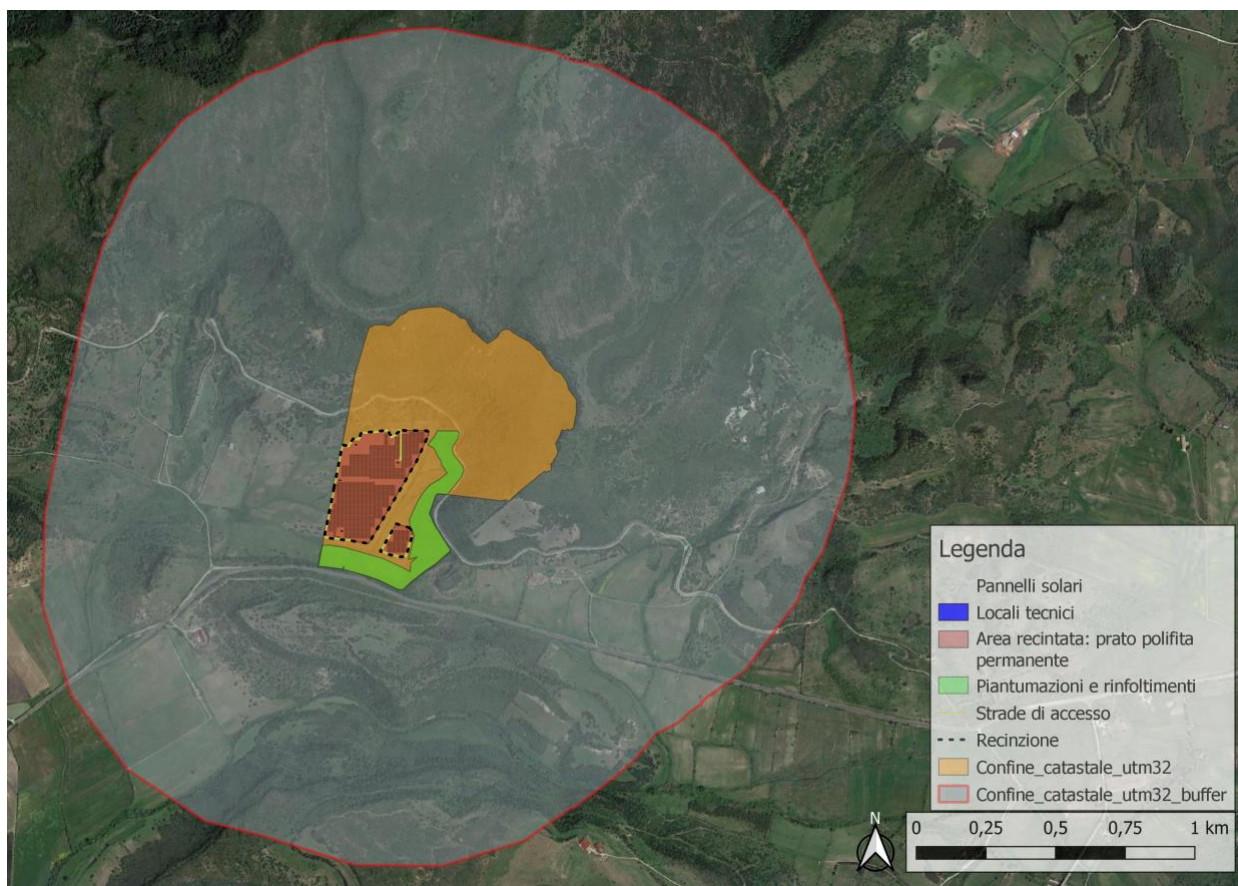


Figura 2 - Perimetro di analisi: buffer di 1 km attorno al confine catastale dell'area di progetto.

Per definire gli scenari relativi a baseline e progetto si è utilizzata la carta di uso del suolo del 2008 procedendo a:

- indicare la baseline come “erbaio sfalciabile” considerando l’area recintata di progetto;
- considerare lo scenario di progetto, come “prato polifita sfalciabile”. L’intervento in progetto prevede infatti la conversione dell’erbaio in prato polifita, attraverso la semina di un mix composto da 60% leguminose e 40% graminacee al fine di garantire una elevata biodiversità vegetale. Questo tipo di intervento:
 - contribuisce al miglioramento dei suoli (principalmente mappati come “Seminativi in aree non irrigue” dalla carta di uso del suolo utilizzata nello scenario di baseline)
 - non comporta rotazioni annuali e prevede minori lavorazioni superficiali del terreno, con periodicità che va dai 3 ai 5 anni) . Un’altra semplificazione ha riguardato l’area adibita a piantumazioni e rinfoltimenti, che nella carta di uso del suolo dello scenario di progetto è stata assimilata al “Bosco di latifoglie”, in quanto classificazione già presente nelle immediate vicinanze; la stessa area era classificata nella carta di uso del suolo dello scenario di partenza principalmente come “Prato artificiale” e in parte come “Macchia mediterranea”.

In Figura 3 si riporta il confronto tra i due scenari di baseline e di progetto.

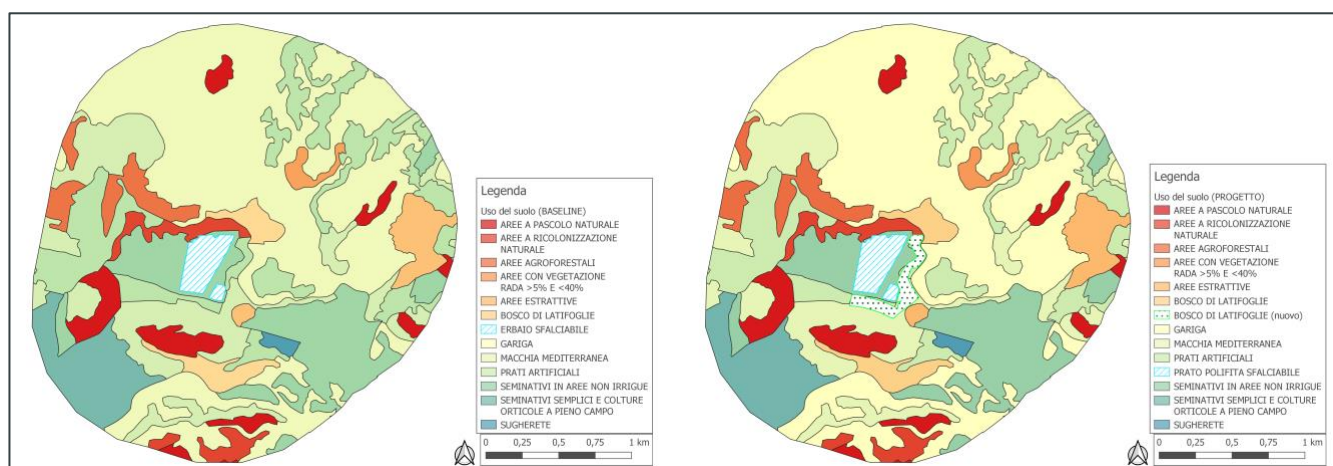


Figura 3 - Confronto tra le mappe di uso del suolo di baseline (sx) e di progetto (dx).

Le **mappe raster delle minacce** sono state costruite a partire dalla mappatura grafica delle minacce, svolta sempre mediante il software QGIS. In particolare, considerato il perimetro di analisi sono state mappate le seguenti minacce, elencate in ordine di rilevanza (impatto):

- Attività estrattive;
- Strade principali (asfaltate);
- Aree agricole (seminativi in aree non irrigue e seminati semplici e colture orticole a pieno campo, in quanto modalità di agricoltura ritenuta maggiormente impattante sulla qualità degli habitat tra le aree agricole e agroforestali presenti nella classificazione della carta di uso del suolo);
- Edificato (che include anche i locali tecnici previsti dal progetto agrivoltaico);
- Strade secondarie (sterrate, comprese quelle previste dal progetto).

Sono invece descritti in Tabella 1 i dati utilizzati per la costruzione della **tabella delle minacce**, i cui valori sono stati assegnati a buon senso e in base all'esperienza da chi ha condotto l'indagine.

Tabella 1 - Tabella delle minacce per il modello Habitat Quality di InVEST.

THREAT Minaccia	MAX_DIST Distanza massima (km)	WEIGHT Impatto (peso)	DECAY Tipo di decadenza dell'impatto
Attività estrattive	1	1	Exponential
Strade principali	0.5	1	Exponential
Seminativi	0.8	0.7	Linear
Edificato	0.3	0.3	Exponential
Strade secondarie	0.1	0.2	Linear

La **tabella di sensibilità** degli habitat alle minacce (Tabella 2) è stata costruita assegnando a ogni classe di uso del suolo, identificata da un codice univoco, un relativo valore di habitat (non basandosi su una singola specie "target" è stata fatta una semplificazione e impostato un valore tra 0 e 1) e un impatto relativo per ogni minaccia di cui alla tabella precedente. Alle aree agricole non seminate o adibite a pascolo, comprese quelle di progetto, è stato attribuito un punteggio intermedio. Nel caso delle nuove classi, erbaio e prato polifita, sono stati assegnati rispettivamente gli indici di sensibilità alle minacce corrispondenti alle classi "Prato artificiale" e "Prato stabile".

Tabella 2 - Tabella di sensibilità degli habitat alle minacce per il modello Habitat Quality di InVEST.

LULC code	NAME	HABITAT	Seminativi	Strade principali	Strade secondarie	Edificato	Attività estrattive
131	Aree estrattive	0	0	0	0	0	0
231	Prato stabile	0.8	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5
244	Aree agroforestali	1	0.6	0.5	0.3	0.4	0.6
321	Aree a pascolo naturale	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4
333	Aree con vegetazione rada	1	0.3	0.3	0.2	0.5	0.6
2111	Seminativi in aree non irrigue	0	0	0	0	0	0
2112	Prati artificiali	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4
2121	Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	0	0	0	0	0	0
3111	Bosco di latifoglie	1	0.7	0.6	0.4	0.5	0.7
3231	Macchia mediterranea	1	0.6	0.5	0.3	0.5	0.6
3232	Gariga	1	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5
3241	Area a ricolonizzazione naturale	1	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5
31122	Sugherete	1	0.7	0.6	0.4	0.5	0.7
1*	Erbaio sfalciabile	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4
2*	Prato polifita sfalciabile	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5

* nuova categoria (non presente inizialmente nella carta di uso del suolo del 2008).

Output del modello

Si presentano di seguito le mappe di qualità degli habitat create dal modello di InVEST, per lo scenario della baseline (Figura 4) e di progetto (Figura 5). Come si può vedere, il cambio di uso del suolo ipotizzato per l'area recintata (da erbaio a prato polifita) comporta non solo un locale miglioramento della qualità dell'habitat, come nel caso dell'area destinata a piantumazione e rinfoltimento trattata come bosco, ma anche una riduzione delle pressioni per gli habitat circostanti – che da questo traggono beneficio.

A mano a mano che ci si allontana, invece, dall'area di progetto, come lecito aspettarsi le differenze tra i valori delle due mappe (baseline e scenario di progetto) vanno riducendosi; la parte azzurra a nord è tale dal momento che le classi di uso del suolo sono state indicate come habitat (valore pari a 1 nella colonna corrispondente in Tabella 2) e in conseguenza all'assenza di pressioni significative limitrofe nel perimetro di indagine. Va sottolineato come il limite di questo approccio fa sì che eventuali pressioni che si trovano all'esterno di questo perimetro non vengano considerate dal modello; come elemento a supporto della metodologia utilizzata, le stesse eventuali pressioni sarebbero computate in entrambi gli scenari, di fatto annullandosi se posti a confronto in un secondo momento.

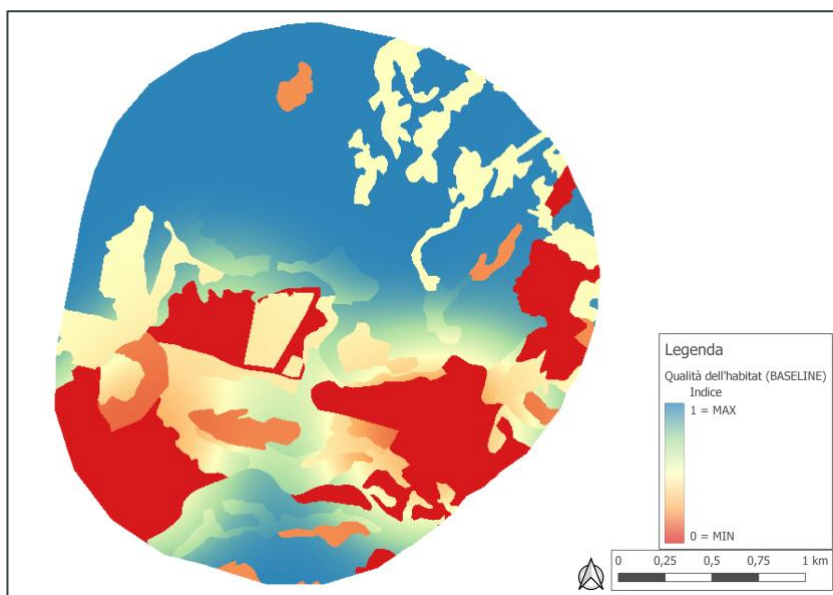


Figura 4 - Mappa di qualità dell'habitat riferita allo scenario di baseline.

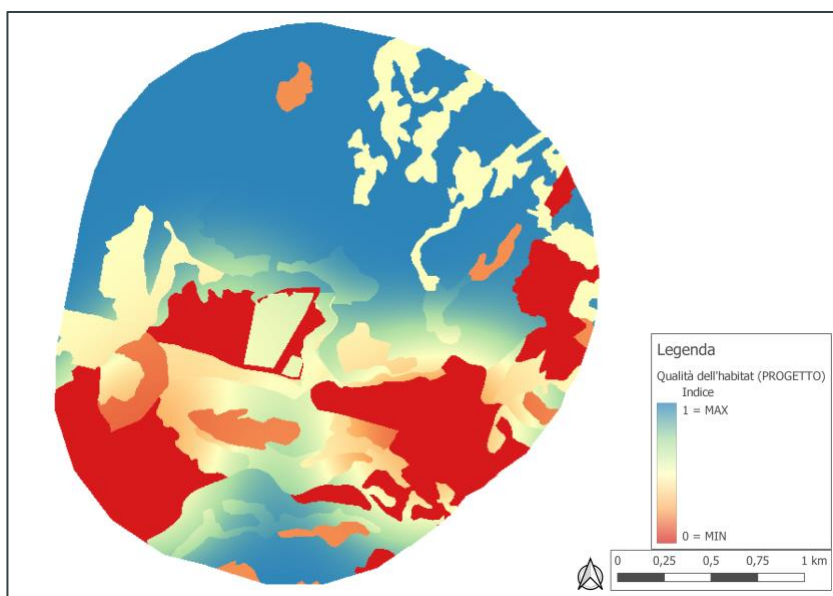


Figura 5 - Mappa di qualità dell'habitat riferita allo scenario di progetto.

Valutazione economica

I valori economici utilizzati ai fini della stima del valore del servizio ecosistemico sono stati ricavati da (ISPRA, 2018) con riferimento ai dati e alle elaborazioni di (Strollo, Marinosci, & Munafò, 2018) relativamente alla perdita di valore associato alla mancata o ridotta erogazione di servizi ecosistemici dovuta al consumo di suolo avvenuto tra il 2012 e il 2016 nella provincia di Torino. Il documento costituisce un valido riferimento bibliografico i cui risultati in questo caso vengono “trasferiti” nel contesto di progetto (si parla quindi di *benefit transfer*). Nel dettaglio, sono stati calcolati valori medi unitari (Euro/m²) associati alla perdita del servizio ecosistemico in questione nei diversi casi di conversione/trasformazione d’uso del suolo indicati in sintesi in Tabella 3. Tali valori sono stati abbinati a classi d’uso del suolo (LULC code della carta d’uso del suolo utilizzata) e successivamente moltiplicati per il valore dell’indice di qualità degli habitat di ciascun pixel dei file raster ottenuti come output del

modello (mappe di qualità degli habitat) attraverso la funzione “Calcolatore raster” di QGIS. Essendo la risoluzione utilizzata pari a 5 m, ogni valore ottenuto è stato moltiplicato per 25 per riferire il risultato all’unità superficiale (1 m²) e non al pixel (avente area di 25 m²). Tutti i valori indicati devono considerarsi definiti su base annuale.

Ai fini del calcolo del valore economico totale si sono sommati i valori ottenuti dai calcoli di cui sopra con riferimento alla superficie complessiva, agendo poi per differenza tra i due scenari per calcolare l’impatto netto del progetto in termini economici.

Tabella 3 - Valori economici unitari del servizio Qualità degli habitat, per tipologia di trasformazione d’uso del suolo.

Tipologia di trasformazione di uso del suolo (da → a)			LULC code considerati (rif. Tabella 2)	Valore unitario (€/m ²)
Bosco	→	artificiale	3111, 31122	0,91
Area verde (alberato)	→	artificiale	244, 333, 3241	0,23*
Area verde (non alberato)	→	artificiale	231, 321, 3231, 3232, 2	0,23*
Area agricola	→	artificiale	2111, 2112, 2121, 1	0,16
Altro (non alberato ma permeabile)	→	artificiale	131	0,01

* non essendo la categoria “area verde” espressamente considerata in (Strollo, Marinosci, & Munafò, 2018) si è assunto - in via cautelativa - un valore pari alla media complessiva dei valori riferiti alle categorie di trasformazione calcolate a partire da (Strollo, Marinosci, & Munafò, 2018).

5.1.2 Risultati

Scenario descritto

Come già spiegato, la presentazione dei risultati fa riferimento al valore economico del servizio ecosistemico di habitat per la biodiversità, calcolato con riferimento alle situazioni di baseline e di progetto. Il valore aggiunto del progetto è la differenza, ovvero l’incremento del valore del SE in conseguenza agli interventi progettuali.

La stima del valore del servizio ecosistemico in oggetto riferito alla situazione iniziale (baseline) risulta essere pari a 979.130 € su base annua, mentre per lo scenario di progetto si stima un valore di 1.011.930 €/anno. Si tratta di numeri elevati, bisogna però tenere presente che non fanno riferimento solamente alle superfici di progetto ma a tutto l’intorno di 1 km, che costituisce un’area totale di oltre 673 ettari: in questi casi, maggiore è l’area considerata, tanto maggiore sarà il valore totale del SE di habitat per la biodiversità.

La differenza tra questi due valori costituisce la stima ricercata, ovvero il valore aggiunto del progetto nella fornitura di questo servizio, che risulta essere di circa 32.800 €/anno. Considerato un periodo standard di 25 anni e un tasso di sconto pari al 4%, il valore totale attualizzato del servizio ecosistemico ottenuto è pari a 512.400 €.

Scenario cautelativo

Proprio perché per applicare il modello di InVEST per la qualità dell’habitat è stato opportuno effettuare delle semplificazioni nella descrizione degli scenari attraverso le classi di uso e copertura del suolo (LULC), associando l’erbaio esistente a “Seminativo in aree non irrigue” e il prato polifita dello scenario di progetto a “Prato stabile”, si è deciso di considerare uno scenario maggiormente cautelativo per ottenere un range di valori entro il quale ricercare il valore economico del servizio ecosistemico. Questo scenario annulla di fatto i miglioramenti dovuti dalla conversione della coltura agricola da erbaio a prato

polifita, utilizzando anche per lo scenario di progetto la classe “Seminativi in aree non irrigue”. Le uniche differenze valutate dal modello di InVEST riguardano quindi i miglioramenti forestali che saranno realizzati esternamente all’area recintata.

La stima del valore del servizio ecosistemico in oggetto riferito alla situazione iniziale (baseline) rimane invariata rispetto alla situazione precedente; a cambiare invece è quella relativa allo scenario di progetto che si attesta sul valore di 1.005.980 €/anno (ovviamente, in questo secondo caso risulta più bassa). Operando per differenza, si può dire che anche in questo scenario, maggiormente cautelativo in quanto non considera i benefici della trasformazione colturale erbaio-prato polifita, il progetto abbia un impatto positivo sul servizio ecosistemico di fornitura di habitat per la biodiversità per un incremento quantificato in 26.850 €/anno. Considerato un periodo standard di 25 anni e un tasso di sconto pari al 4%, il valore totale attualizzato del servizio ecosistemico ottenuto è pari a 419.450 €. Questo numero ci restituisce un’informazione importante: confrontandolo con il risultato precedentemente ottenuto e considerati i parametri attribuiti a ciascuna classe di uso del suolo per la presente indagine, il grosso del beneficio misurato per il servizio di fornitura di habitat per la biodiversità è offerto dall’intervento compensativo di miglioramento forestale, piuttosto che dalla conversione erbaio-prato polifita dell’area recintata.

Valore del servizio ecosistemico

Si può quindi affermare che, calcolando il servizio ecosistemico di fornitura di habitat per la biodiversità utilizzando il modello di InVEST “Qualità dell’habitat”, e rapportando i valori qualitativi alle stime di (Strollo, Marinosci, & Munafò, 2018), un valore economico totale plausibile considerato un periodo standard di 25 anni vada ricercato nel range 419.450 – 512.400 €. Si tratta di un range non molto ampio; per l’obiettivo di fornire un’indicazione di contesto ai policy makers è ragionevole considerare come stima finale una media di questi valori (465.920 €), che probabilmente consiste in una sottostima del valore del servizio - essendo il risultato mediato con lo scenario cautelativo - ma che è bene venga ugualmente considerata nel processo decisionale.

5.2 Servizio di impollinazione

5.2.1 Contestualizzazione del servizio

Si è ritenuto importante focalizzare una parte dell’analisi dei benefici sul servizio di impollinazione per alcune motivazioni:

- come ampiamente descritto nella relazione agronomica, la presenza di alveari in Sardegna è sottodimensionata rispetto alle altre regioni italiane e la produzione di miele è in diminuzione (come nel resto d’Italia).
- Il servizio di impollinazione non si concretizza unicamente nella produzione di miele, al contrario è vettore di numerosi altri benefici, tra i quali ricordiamo:
 - o L’incremento della produzione agricola: l’azione di impollinazione è fondamentale per la riproduzione delle specie che si avvalgono degli impollinatori animali (impollinazione entomofila), rendendo possibile la produzione agricola; vi è una correlazione diretta tra la presenza di impollinatori e la resa delle colture che si avvalgono di questa modalità di impollinazione.
 - o L’incremento della biodiversità vegetale (varietà di specie spontanee che sfruttano, come le colture agricole, l’attività di impollinazione per la propria riproduzione).

Tali benefici sono opera contemporaneamente, e in maniera sinergica, degli impollinatori domestici (*Apis mellifera* allevata in appositi alveari) e di quelli selvatici. Tra i molti disponibili, per lo studio in questione sono stati considerati bombi, api minatrici, api legnaiole, api costruttrici, sirfidi, formiche, farfalle, vespe: si tratta dunque di insetti dal comportamento e dalla capacità impollinatrice diversificata, che però in generale beneficiano della presenza di specie adatte e di diversità di soprassuolo nell'area, giacché alcuni costruiscono nidi in terra, altri nei tronchi, e così via. È risaputo che l'azione combinata di diverse specie di impollinatori è la migliore condizione a sostegno della biodiversità vegetale. Tutte le specie di impollinatori sono indispensabili, in particolar modo se sono inserite nella loro nicchia ecologica mentre la possibile competizione tra impollinatori selvatici e api allevate è, ad oggi, tutt'altro che una criticità primaria (Alberoni et al., 2022).

Come si sa, tuttavia, le api domestiche sono quelle attorno a cui si muove la maggior parte degli interessi e degli studi: per questo motivo disponiamo di informazioni accurate rispetto al “potenziale mellifero” delle specie (ossia, l'importanza nettarifera di una specie che si calcola considerando la quantità media di nettare secreto da un fiore in 24 ore, la sua concentrazione zuccherina, la durata di vita del fiore e il numero medio di fiori per unità di superficie), che può quindi dare un'indicazione anche rispetto all'utilizzo di queste specie da parte degli impollinatori selvatici, oltre che da quelli domestici. Si riportano quindi alcune osservazioni relative al potenziale mellifero delle specie presenti alla baseline e nello scenario di progetto (come da relazione agronomica) per mostrare:

1. che la situazione iniziale presenta una ricchezza in specie non trascurabile, prevedendo sia numerose specie di interesse apistico (ossia mellifere) che numerose non interessate. Tali specie già presenti giustificano l'avvio dell'attività apistica, dal momento che ci sono molte specie che darebbero nutrimento alle api;
2. che è preciso obiettivo dell'attività di progetto allargare e migliorare il panel di specie mellifere presenti, a supporto sia dell'attività apistica che si vuole iniziare sia degli impollinatori selvatici già presenti (Ricciardelli, D'Albore, & Intoppa, 2000).

Nelle tabelle che seguono abbiamo quindi indicato, per i due scenari di baseline e di progetto, le specie presenti e il loro eventuale potenziale mellifero (quando disponibile) e osservazioni rispetto all'impollinazione. Laddove l'informazione non fosse presente è stata inserita la dicitura “Non disponibile”, laddove invece le specie non siano di interesse per le api e gli altri impollinatori è stato indicato “Non mellifera”.

Le informazioni rispetto alle specie presenti sono state desunte dalla Relazione floro-vegetazionale e faunistica (VIA17 del 22/09/2022) per la baseline, dalla relazione agronomica (22/09/2022) per il progetto.

Tabella 4: Potenziale mellifero (baseline)

Specie	Potenziale mellifero e informazioni
Aira multiculmis Dumort.	Non mellifera.
Amaranthus retroflexus L.	Scarso (0-25 kg/ha) Rivestono scarsissimo interesse apistico. Solo il genere Amaranthus L. (Amaranto) è visitato dalle api in estate (comuni su ruderi e incolti le specie A. retroflexus L. e A. chlorostachys Willd.); il polline è raccolto in piccole quantità, formando pallottole di colore giallo chiaro.
Anagallis arvensis L.	Non disponibile.

Specie	Potenziale mellifero e informazioni
<i>Andryala integrifolia</i> L.	Non disponibile.
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Scarso (0-25 kg/ha) Il genere è visitato soprattutto da <i>Heriades truncorum</i> e da <i>Colletidae</i> . Sporadicamente le <i>Anthemis</i> sono bottinate anche dalle api per il polline (pallottole colore arancione). Rappresentatività nei mieli bassa.
<i>Asparagus albus</i> L.	Talora si producono mieli uniflorali di <i>Asparagus</i> quasi bianchi, con aroma e sapore molto delicati. Il polline può considerarsi iperrappresentato
<i>Asphodelus ramosus</i> L.	Molto buono (200-500kg/ha) In alcune zone si ottengono mieli uniflorali gialli con aroma e sapore molto delicati e cristallizzazione fine. Il polline è decisamente iporappresentato a causa delle dimensioni dei granuli e della posizione incapsulata dei nettarii.
<i>Avena fatua</i> L.	Non mellifera.
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	Non mellifera.
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Non mellifera.
<i>Carthamus lanatus</i> L.	È maggiormente diffuso <i>C. lanatus</i> L., pianta annua o bienne comune negli incolti aridi, dove fiorisce da luglio a settembre e costituisce per le api una discreta sorgente di nettare. Rappresentatività discreta nei mieli del Mediterraneo Orientale.
<i>Centaurea napifolia</i> L.	Molto buono (200-500 kg/ha) Tutte le <i>Centauree</i> sono molto appetite dalle api e garantiscono loro ottimi raccolti di nettare e polline. Tra gli apoidei i visitatori più assidui di queste piante sono i bombi.
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn.	Non disponibile.
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Fioriscono in primavera e sono visitate sicuramente per il polline di colore giallo chiaro; la secrezione nettarifera è invece incerta. Il polline delle Palme si trova frequentemente nel sedimento dei mieli primaverili.
<i>Chenopodium murale</i> (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch	Non mellifera.
<i>Cichorium intybus</i> L.	Scarso (0-25kg/ha) Sono coltivate in varietà orticole <i>C. endivia</i> L. (Endivia) e <i>C. intybus</i> L. (Cicoria). La seconda, molto diffusa anche allo stato spontaneo, è una perenne ubiquitaria che fiorisce da giugno a settembre e costituisce in estate una valida fonte di nettare e di polline di colore bianco. Oltre che dalle api la specie è molto visitata da <i>Andrenidae</i> e da <i>Halictidae</i> ed in montagna anche dai bombi. Rappresentatività nei mieli anche discreta.
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Buono-molto buono (50-500 kg/ha) Il genere <i>Cirsium</i> è molto appetito dalle api per la raccolta di nettare e polline, e rappresenta una valida risorsa estiva particolarmente importante nelle zone aride. Rappresentatività anche elevata.
<i>Coleostephus myconis</i> (L.) Cass. ex Rchb. f.	Non disponibile.

Specie	Potenziale mellifero e informazioni
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Specie erbacee che fioriscono tutta l'estate e sono visitate sia per il nettare che per il polline, di colore bianco. I Convolvuli sono visitati anche dalle oligolettiche <i>Systropha curvicornis</i> Scopoli e <i>S. planidens</i> Giraud, oltre che da moltissime specie di Andrenidae e Halictidae. Rare le visite dei bombi.
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Il Carciofo è una pianta perenne che fiorisce da giugno ad agosto. Queste piante sono ottime nettariifere molto appetite dalle api, tuttavia la loro importanza apistica è molto limitata dalla distribuzione circoscritta e dal taglio precoce. I Carciofi sono anche assiduamente visitati da Halictidae, Megachilidae e Xylocopa.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Non mellifera.
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Non mellifera.
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Non mellifera.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Non mellifera.
<i>Dasypyrum villosum</i> (L.) P. Candargy	Non mellifera.
<i>Daucus carota</i> L.	Estremamente diffuso è <i>D. carota</i> L., di cui si coltiva la sottospecie <i>sativus</i> Arcangeli (Carota), che fiorisce in estate, fornendo alle api buone quantità di polline e nettare. La Carota è visitata dall'oligolettica <i>Andrena nitidiuscula</i> Schenk e da altri piccoli apoidei. Rappresentatività buona.
<i>Dittrichia graveolens</i> (L.) Greuter	Non disponibile.
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Non disponibile.
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Non mellifera.
<i>Eryngium campestre</i> L.	Buono (50-200 kg/ha) Queste specie fioriscono in estate inoltrata e costituiscono una buona fonte di nettare soprattutto nei periodi di siccità. Rappresentatività discreta.
<i>Euphorbia pithyusa</i> L.	L'importanza apistica è scarsa: vengono bottinate piccole quantità di nettare e di polline. La rappresentatività nei mieli è bassa.
<i>Festuca myuros</i> L.	Non mellifera.
<i>Galactites tomentosus</i> Moench	Importante specie mediterranea che fiorisce in primavera-estate negli incolti e lungo le strade e partecipa alla composizione dei mieli uniflorali di Cardo.
<i>Galium divaricatum</i> Lam.	Presenta interesse apistico molto modesto e rappresentatività nei mieli sempre bassa.
<i>Gastidium ventricosum</i> (Gouan) Schinz & Thell.	Non mellifera.
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) P. Beauv.	Non mellifera.

Specie	Potenziale mellifero e informazioni
Glebionis segetum (L.) Fourr.	Non disponibile.
Helosciadium nodiflorum (L.) W.D.J. Koch	Non disponibile.
Hirschfeldia incana (L.) Lagr.-Foss.	Non disponibile.
Hordeum marinum Huds.	Non mellifera.
Hordeum murinum L.	Non mellifera.
Hordeum vulgare L.	Non mellifera.
Juncus effusus L.	Non mellifera.
Lagurus ovatus L.	Non disponibile.
Lolium rigidum Gaudin	Non mellifera.
Lotus corniculatus L.	Mediocre (25-50 kg/ha) Il genere è molto visitato dalle api e fornisce, soprattutto in Italia e Spagna, rari mieli uniflorali chiari con aroma e sapore blandi. Viene raccolto anche il polline, di colore grigio chiaro.
Melica ciliata L.	Non mellifera.
Mentha pulegium L.	Molto buona (200-500kg/ha) Fioriscono in estate e sono visitate con assiduità da api e piccoli apoidei. Rappresentatività discreta
Oloptum miliaceum (L.) Röser & H.R. Hamasha	Non mellifera.
Petrorhagia prolifera (L.) P.W. Ball & Heywood	Non disponibile.
Plantago lagopus L.	Infestanti a fioritura primaverile-estiva che, non essendo nettariifere, sono visitate solo per la raccolta del polline, di colore giallo chiaro.
Polygonum aviculare L.	Buono (50-200 kg/ha) Sono piante visitate sporadicamente dalle api, da Andrenidae e dai bombi per la raccolta di modeste quantità di nettare. Vengono raccolte anche piccole quantità di polline grigio. La rappresentatività nei mieli è bassa.
Pyrus spinosa Forssk.	Scarso (0-25kg/ha) Largamente coltivato per la produzione di frutti, P. communis L. (Pero) fiorisce in primavera (p.m. 6 kg/ha) ed è scarsamente visitato per il nettare e per il polline, di colore marrone. Sul Pero si produce anche una melata di qualità modesta, dovuta all'attacco di Cacopsylla piri (L.).
Rhagadiolus stellatus (L.) Gaertn.	Non disponibile.
Rostraria cristata (L.) Tzvelev	Non mellifera.
Rubus ulmifolius Schott	Buono (50-200 kg/ha) Fioriscono in primavera-estate e consentono la produzione di mieli uniflorali ambrati e molto profumati. Viene bottinato anche il polline, di colore verdastro. I Rovi sono visitati da numerosi apoidei ad eccezione degli Anthophoridae.

Specie	Potenziale mellifero e informazioni
Rumex conglomeratus Murray	Non mellifera.
Scirpoides holoschoenus (L.) Soják	Non disponibile.
Scolymus hispanicus L.	Nei luoghi aridi è facilmente reperibile, fiorisce in estate ed è assiduamente visitato da molti apoidei per il nettare ed il polline color giallo scuro. Rappresentatività discreta.
Silene gallica L.	La fioritura è primaverile-estiva. Le api vi bottinano modeste quantità di polline di colore grigio.
Thymelaea hirsuta (L.) Endl.	Per le api il genere è di modesta importanza.
Trifolium angustifolium L.	Buono-molto buono (50-700 kg/ha). I trifogli fioriscono generalmente alla fine della primavera, e, se falciati, anche in estate. I loro pollini si dividono in due gruppi essenziali: "gruppo B" (Trifogli del gruppo bianco) e "gruppo R" (Trifogli del gruppo rosso). Mieli uniflorali si ottengono prevalentemente dal Trifoglio rosso e da quello bianco: sono bianchi, con aroma e sapore molto blandi. I Trifogli costituiscono inoltre un ottimo pascolo per quasi tutti gli apoidei.
Trifolium campestre Schreb.	
Trifolium glomeratum L.	

Tabella 5: Potenziale mellifero (progetto)

Specie	Potenziale mellifero (kg/ha)
Trifolium brachycalycinum Katzn e Morley	Buono-molto buono (50-700 kg/ha). I trifogli fioriscono generalmente alla fine della primavera, e, se falciati, anche in estate. I loro pollini si dividono in due gruppi essenziali: "gruppo B" (Trifogli del gruppo bianco) e "gruppo R" (Trifogli del gruppo rosso). Mieli uniflorali si ottengono prevalentemente dal Trifoglio rosso e da quello bianco: sono bianchi, con aroma e sapore molto blandi. I Trifogli costituiscono inoltre un ottimo pascolo per quasi tutti gli apoidei.
Trifolium yanninicum Katzn e Morley	
Trifolium squarrosum	
Medicago polymorpha L.	Buono (50-100 kg/ha). L'Erba medica fornisce mieli uniflorali nelle zone temperate fresche. Il miele è bianco con aroma e sapore delicati e retrogusto forte. Il suo polline è decisamente iporappresentato, perché le api sono solite bottinare il fiore lateralmente evitando d'imbrattarsi di polline.
Melilotus indicus L.	Buono-molto buono (50-700 kg/ha). Danno origine a rari mieli uniflorali di colore bianco, aroma e sapore delicati e cristallizzazione grossolana. Il genere è visitato anche da piccoli apoidei e dall'oligolettica Colletes marginatus Smith.
Dactylis glomerata L.	Non mellifera
Lolium rigidum Gaudin	Non mellifera
Hordeum distichum L.	Non mellifera

5.2.2 Metodologia

Il modello Crop Pollination (InVEST)

La stima del servizio ecosistemico di impollinazione è stata svolta attraverso un modello specifico del software InVEST ("Crop Pollination": <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest-models/crop-pollination>). Tale strumento permette di calcolare, in ogni scenario (baseline-progetto), il valore della produzione agricola dipendente da impollinazione e quindi il valore del servizio ecosistemico di impollinazione; si noti che si tratta di una stima conservativa poiché, tra i numerosi benefici correlati con l'attività di impollinazione ne viene considerato solo uno, quello di aumento della resa agricola.

Attraverso la formulazione di una serie di variabili, come i tipi di coltura presente in ogni scenario, la loro dipendenza da impollinazione, la presenza e il comportamento degli impollinatori domestici e selvatici, la disponibilità dei siti di nidificazione e la percentuale di resa delle colture presenti dipendente da impollinatori selvatici e domestici, il modello è in grado di calcolare la produzione dipendente da impollinatori, che a sua volta può essere associata al prezzo di vendita delle colture e dunque al suo valore economico.

Questo procedimento è stato fatto per la situazione attuale (baseline) e per la situazione di progetto. Di seguito si descrivono i dati di input del modello e la sua applicazione. In seguito, vengono riportate le tabelle con i valori usati nell'applicazione. Infine, vengono descritti i risultati.

5.2.3 Dati di input del modello

Land cover map

Si tratta del raster che fornisce l'informazione relativa alle aree che forniscono il servizio di impollinazione.

Come mappa di base è stata usata la Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40) disponibile sul geoportale di Regione Sardegna³, in quanto la più recente disponibile mappa LULC del progetto Corine Land Cover. Per questo servizio ecosistemico è stata considerata una superficie di 1 km intorno al progetto, considerando che gli impollinatori sono in grado di muoversi per grandi distanze svolgendo la loro funzione. Tale mappa è stata poi integrata con gli elementi specifici della baseline e del progetto in modo identico a quanto fatto per il servizio di biodiversità (vedi Capitolo 5.1).

Le categorie di uso del suolo presenti nella Carta dell'Uso del Suolo sono state semplificate per ottenere categorie omogenee per gli scopi dell'impollinazione. Tali categorie (chiamate LUIMP = Land Use per Impollinazione) sono poi state fatte combaciare con quelle presenti nella Biophysical table (vedi sotto). Lo shapefile così ottenuto è stato convertito in raster, mantenendo il LUIMP come valore del pixel. Le categorie (LUIMP) così ottenute sono descritte in Tabella . Le categorie 2 e 5 sono state utilizzate per identificare le superfici oggetto di intervento in cui sono state adottate pratiche che favoriscono la presenza di impollinatori mediante la semina di specie mellifere.

³ Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40). Online: <https://www.sardegnaeoportale.it/index.php?xsl=2420&s=40&v=9&c=14480&es=6603&na=1&n=100&esp=1&tb=14401> (ultimo accesso: 11/07/2022).

Tabella 6: Assegnazione LUIMP alle classi del suolo

LUIMP	Descrizione	Usi suolo compresi
0	nullo	Aree estrattive, aree impermeabilizzate (strade, cabine)
1	non alberato - non fiorito	Seminativi in aree non irrigue
2	non alberato - fiorito	Prato polifita sfalciabile
3	non alberato - poco fiorito	Erbaio sfalciabile Aree a pascolo naturale Aree a ricolonizzazione naturale Prati artificiali Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
4	poco alberato - non fiorito	Aree con vegetazione rada >5% e <40%
5	poco alberato - fiorito	Macchia mediterranea migliorata
6	poco alberato - poco fiorito	Gariga Macchia mediterranea
7	molto alberato - non fiorito	Aree agroforestali Sugherete
8	molto alberato - fiorito	Bosco di latifoglie

La mappa che ne è risultata si trova rappresentata in Figura 6.

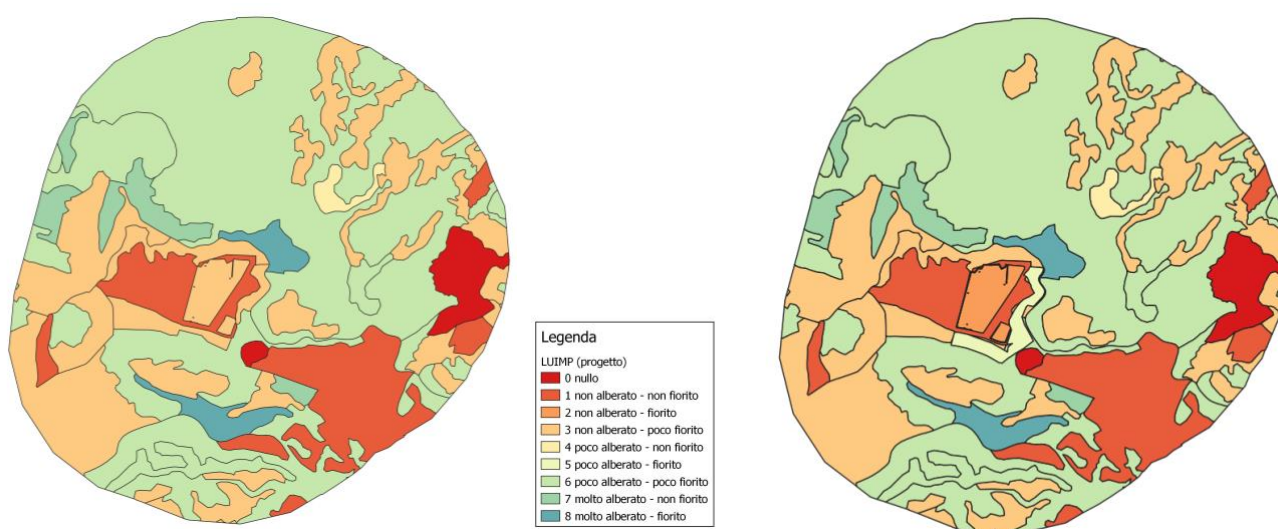


Figura 6: Uso del suolo funzionale all'impollinazione. Sinistra: baseline. Destra: progetto

Biophysical table

Si tratta di una tabella che riporta per ogni tipo di uso del suolo (*LUIMP*) due tipi di valori:

- disponibilità di siti di nidificazione degli impollinatori (*nesting_[xxx]_availability_index*). Sono stati identificati tre siti di nidificazione ("nesting type"), la presenza dei quali è stata espressa per ciascun LUIMP, come definito in Tabella 7.

Tabella 7: Descrizione dei nesting type identificati

Nesting type	Descrizione
"cavity"	Tronchi di alberi
"ground"	Gallerie nel terreno
"other"	Altri: cavità irregolari o nidi abbandonati da vespe; gusci di lumaca; nidi di termiti; superfici esposte.

- fioritura stagionale (*floral_resources_[xxx]_index*). Avendo identificato la primavera e l'estate come stagioni nelle quali avviene l'impollinazione, è stato descritto per ogni LUIMP la presenza di fiori in queste due stagioni.

La tabella risultante è di seguito riportata (Tabella 8).

Tabella 8: Biophysical table

LUI MP	nesting_cavity_a availability_index	nesting_ground_a availability_index	nesting_other_a availability_index	floral_resource s_spring_index	floral_resources _summer_index
0	0	0	0	0	0
1	0	1	0.5	0	0
2	0	1	0.5	0.5	0.8
3	0	0.8	0.4	0.3	0.5
4	0.5	1	1	0	0
5	0.5	1	1	0.7	1
6	0.5	1	1	0.5	0.4
7	1	1	1	0	0
8	1	1	1	1	0.8

Guild table

Si tratta della tabella con le caratteristiche degli agenti impollinatori considerati. A tale proposito sono stati identificati 8 tipi di impollinatori selvatici: bombi, api minatrici, api legnaiole, api costruttrici, sirfidi, formiche, farfalle, vespe. Per ciascuno di questi agenti è stato indicato:

- preferenze di siti di nidificazione (*nesting_suitability_[xxx]_index*);
- stagionalità (se bottinano in primavera o estate) (*foraging_activity_[xxx]_index*);

- distanza media percorsa per bottinare (*alpha*);
- abbondanza relativa della specie rispetto alle altre (*relative_abundance*).

Anche in questo caso viene riportato di seguito il risultato (Tabella 9.). Il contributo degli impollinatori domestici viene invece stimato a parte.

Tabella 9: Guild table

SPECIE	nesting_suitability_cavity_index	nesting_suitability_ground_index	nesting_suitability_other_index	foraging_activity_spring_index	foraging_activity_summer_index	alpha	relative_abundance
bombi	0	1	1	1	1	1000	1
api_miatrici	0	1	0	1	1	3000	1
api_legnaiole	1	0	0	1	1	3000	1
api_costruttrici	1	1	1	1	1	3000	1
sirfidi	0	0	1	0.5	1	5000	0.5
formiche	0	1	0.5	0.5	0.5	100	0.1
farfalle	1	0.5	1	0.5	0.5	1000	0.1
vespe	1	1	1	1	1	1000	0.1

Farm vector

Si tratta di una mappa vettoriale delle colture sulle quali si esercita l'azione di impollinazione (che determina un aumento della produzione). Per i nostri scopi sono stati quindi utilizzate tutte le aree agricole che sono presenti entro 1 km dall'area di progetto e che, per il tipo di coltura ospitata, sono dipendenti da impollinatori. Data la scarsa disponibilità di informazioni circa le colture praticate nei dintorni, le sole superfici che è stato possibile utilizzare sono quelle relative ai pascoli/erbai sfalciabili. Il vettore viene accompagnato da alcune caratteristiche che descrivono, per ogni poligono:

- il tipo di coltura presente (*crop_type*); anche in questo caso le categorie sono state semplificate dal punto di vista dell'impollinazione;
- la stagione dell'anno nella quale la specie va in fioritura (*season*);
- la disponibilità florale per le stagioni identificate (*fr_[xxx]*);
- la disponibilità dei diversi siti di nidificazione (*n_[xxx]*);
- la proporzione della produzione dipendente dagli impollinatori (*p_dep*); questo valore è stato ottenuto da alcune fonti di letteratura, e in particolare dagli studi di Klein *et al.* (2007) e Sutter *et al.* (2017);
- la proporzione di impollinazione richiesta già offerta dagli impollinatori addomesticati (*p_managed*); tale dato è stato calcolato nel seguente modo: per prima cosa è stato ricavato da letteratura il "fabbisogno" medio di arnie per soddisfare la produzione agricola (2 arnie a ettaro);

è stata quindi calcolata la densità media di arnie pre e post progetto, per confrontarla con quella ottimale. Le arnie già presenti nell'area considerata sono state ricavate dalle informazioni disponibili presso l'Anagrafe Nazionale Zootecnica (https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-pbi/45) (0,022 arnie/ha). Alle arnie già presenti sono state poi sommate le arnie realizzate dal progetto (50 arnie) ottenendo una densità post-progetto di 0,096 arnie/ha. Il *p_managed* è stato quindi calcolato come il rapporto tra la densità reale e quella ottimale, ottenendo rispettivamente i valori di 0,011 (baseline) e 0,048 l'indice di abbondanza dell'impollinatore (*half_sat*) che consente di raggiungere il 50% della resa delle colture dipendente dagli impollinatori. Questo coefficiente serve principalmente a regolare il valore di resa attesa sulla base dell'efficienza di impollinazione degli impollinatori presenti. Dal momento che la resa usata per arrivare al valore economico nel nostro caso non è stimata bensì reale, e pertanto internalizza già l'efficienza di impollinazione, quale che sia, non avrebbe senso ottenere una resa stimata da Invest inferiore a 1 (come sarebbe se si utilizzasse un valore di *half_sat* superiore a 0). Pertanto, questo parametro è stato posto uguale a 0.

- Il prezzo di vendita dei prodotti agricoli a ettaro, che permette di ricavarne il valore economico. Per il prodotto in questione (foraggio da pascolo) è stato usato il valore di Produzione Standard fornito dalla Rete di informazione contabile agricola (RICA) per Regione Sardegna (<https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>), che fissa il prezzo per "Prati avvicendati" a 751 €/ha e per "Prati e pascoli" (per le aree fuori dal progetto) a 233 €/ha.

Si riporta di seguito la tabella utilizzata (Tabella 10).

Tabella 10: Farm vector

crop_type	Erbaio		Pascolo	
half_sat	0		0	
season	summer		summer	
fr_spring	0.5		0.5	
fr_summer	0.8		0.8	
n_cavity	0		0	
n_ground	1		1	
n_other	1		1	
p_dep	0.8		0.8	
p_managed	0,011 (baseline)	0,048 (progetto)	0,011 (baseline)	0,048 (progetto)
value (€/mq)	0,075		0,0233	

5.2.4 Risultati

Il modello restituisce uno shapefile delle colture (*farm_results*) arricchito con alcuni nuovi attributi:

- abbondanza media dell'impollinatore nel campo nella stagione attiva (*p_abund*);

- indice di resa totale, incluso la resa dipendente da impollinatori selvatici e domestici e la resa indipendente da impollinatori (y_{tot}); questo valore è pari a 1 avendo impostato un $half_sat$ pari a 0;
- indice della resa potenziale dipendente da impollinatori attribuibile a impollinatori selvatici ($pdep_y_w$);
- indice della resa totale attribuibile a impollinatori selvatici (y_{wild}).

Collegando questi parametri con il valore economico della singola coltura, è possibile calcolare il valore collegato agli impollinatori selvatici, domestici e totale per ciascuna delle due situazioni.

Per ciascun poligono, il prezzo di vendita unitario (€/mq) è stato moltiplicato per la superficie per ottenere il valore totale della produzione agricola ($value_tot$). Successivamente esso è stato moltiplicato per:

- p_dep per avere il valore associato all'impollinazione totale (selvatici e domestici) ($value_imp_tot$)
- y_{wild} per avere il valore dipendente da impollinatori selvatici ($value_imp_selv$)

Infine, attraverso la differenza tra $value_imp_tot$ e $value_imp_selv$ è stato ottenuto il valore dipendente da impollinatori domestici ($value_imp_dom$).

Si sottolinea che tali valori non rappresentano il valore economico dell'impollinazione offerto da quel poligono di coltura agricola, ma solo la porzione di produzione agricola (prodotta da quel poligono) che dipende dall'impollinazione offerta dall'insieme delle aree verdi e agricole considerate nel modello.

Dopo aver svolto tale procedura per entrambi le situazioni, la differenza tra le due restituisce l'informazione rispetto a come varia il servizio ecosistemico.

Emerge una situazione in cui guardando al valore globale si osserva una perdita netta di circa 1000 euro all'anno. Si noti che tale valore corrisponde circa al 1,6% del valore totale legato all'impollinazione.

Una situazione opposta **si registra per gli impollinatori domestici**, per i quali si osserva **un aumento di valore per circa 1700 euro all'anno**. Considerando un periodo di 25 anni e un tasso di sconto del 4%, otteniamo una perdita totale attualizzata di 20.322 €.

Tale risultato va interpretato alla luce di alcune considerazioni legate al funzionamento del modello adottato.

Si consideri innanzitutto che la baseline di progetto è rappresentata da un erbaio con una scarsissima varietà floristica (orzo avena e trifoglio), da quanto risulta dal rilievo floristico, effettuato nel mese di luglio lascia poi spazio al proliferarsi di molte specie mellifere che, seppur molto rade, possono favorire la presenza di impollinatori. Nello scenario di progetto si prevede invece che il soprassuolo sia arricchito con altre specie mellifere con una conduzione agronomica volta a garantire la salubrità costante del manto, tale tipo di arricchimento non può tuttavia essere valorizzato con il modello di stima impiegato. Un ulteriore limite rappresentato dal modello risiede nel fatto che le fasce di mitigazione arborea arbustiva in progetto vanno a sostituirsi a una baseline di un pascolo magro. Per quanto questo intervento rappresenti un miglioramento dal punto di vista dell'impollinazione perché il substrato migliora, il modello non è in grado di valorizzarlo poiché la stima economica si basa sulla valutazione della produzione agricola dipendente da impollinatori. In questo caso quindi il modello considera la "perdita" di produzione agricola in quanto non è possibile attribuire un valore di produzione agricola alle fasce arboree-arbustive, per cui risulta un abbassamento del valore economico.

Un ulteriore limite del modello risiede nel fatto che, proprio in quanto modello matematico e quindi forzatamente “semplificato”, considera, al contrario di quanto dimostrato anche da (Alberoni et al., 2022) gli impollinatori domestici e selvatici “in competizione” (pertanto stimando un valore economico che si mantiene pressappoco fisso, stima una diminuzione degli impollinatori selvatici rispetto a quelli domestici).

Al di là quindi delle forzate valutazioni per ottenere un valore economico che consenta la valutazione in termini di costi-benefici, gli interventi di progetto consentiranno un aumento sia degli impollinatori domestici sia di quelli selvatici, specialmente in ragione dei miglioramenti previsti sia sulle superfici coltivate sia nelle fasce arboree-arbustive.

Si noti infine che, pur stimando una perdita globale, tale perdita è minima e si evidenzia un aumento in termini di contributo degli impollinatori domestici di circa 1700 euro/anno.

Si riporta di seguito la tabella con i valori economici ottenuti (Tabella 11).

Tabella 11: Valore economico del servizio di impollinazione

Situazione	Value_imp_tot	Value_imp_selv	Value_imp_dom
Baseline	66.372	52.514	13.858
Progetto	65.331	49.756	15.575
Differenza	- 1.041	- 2.757	1.717

5.3 Servizio di qualità paesaggistica

In accordo con quanto indicato dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente di Regione Sardegna con nota prot. 13488 del 26/05/2022, il SE di qualità paesaggistica è stato stimato a partire dalle rilevazioni dello studio europeo “The Value of EU Agricultural Landscape” (Ciaian, Gomez, & Paloma, 2011). Questa valutazione stimerà l'impatto visivo dell'installazione dei pannelli solari all'interno dell'area recintata, assumendo che dal punto di vista paesaggistico vengano considerate “perse” le superfici su cui insisterà l'impianto fotovoltaico.

5.3.1 Metodologia

La metodologia adottata è quella del “Benefit Transfer”, ovvero una metodologia che consente di trasferire i risultati di uno studio pregresso realizzato in un contesto simile (*study site*) e li adatta alla situazione di interesse (*policy site*, in questo caso il territorio dove insiste il progetto agrivoltaico di Olmedo).

Lo studio di partenza, citato in precedenza, è consistito in un'analisi bibliografica effettuata nel 2009 che metteva a sistema diversi studi esistenti per la stima del valore di conservazione del paesaggio agricolo a livello europeo. Gli studi considerati ricorrono spesso all'approccio delle preferenze rilevate utilizzando metodi basati su sondaggi per scoprire la disponibilità a pagare (*willingness-to-pay*, WTP) per il paesaggio delle società/dei fruitori.

In definitiva, lo studio restituisce una panoramica dei valori stimati di WTP/ettaro, per ogni Stato dell'UE, per due tipologie di uso agricolo:

- prati e colture permanenti;
- seminativi.

In base alla classificazione della carta di uso del suolo utilizzata, ed essendo l'area recintata di progetto per lo più ricadente sugli attuali "Seminativi in aree non irrigue", si è fatto riferimento alla WTP calcolata per la seconda tipologia (valore medio: 207 €/ha/anno). Il valore è stato moltiplicato per l'area recintata (circa 10,1 ha) e adeguato ai prezzi correnti, inflazionati rispetto al 2009, mediante il calcolatore online del sito RIVALUTA.it⁴ che si basa sui valori delle più recenti pubblicazioni ISTAT.

5.3.2 Risultati

La WTP rivalutata per il periodo 2009-2022 è di 247,27 €/ha/anno; moltiplicando questo valore per i 10,1 ha di superficie si ottiene un danno annuo (considerato come valore negativo nella fornitura del SE considerato) è di -2.500 €/anno. Considerando un periodo standard di 25 anni e un tasso di sconto pari al 4%, il danno totale del servizio ecosistemico di qualità del paesaggio è di -39.055 €.

5.4 Risultati dell'analisi economica

Per quanto riguarda i risultati dell'analisi economica, si aggiunge all'analisi finanziaria il valore economico dei servizi ecosistemici (sia negativo che positivo, che rendono già conto della differenza tra i due scenari), mantenendo le ipotesi iniziali su tasso di attualizzazione (4%) e orizzonte temporale (25 anni).

In questo modo, l'analisi economica mostra se il progetto è desiderabile non solo dal punto di vista finanziario (vale a dire per investitore e fattibilità del progetto), ma anche dal punto di vista socio-economico.

Gli indicatori calcolati sono quindi il Valore attuale netto economico (VANE), il tasso di rendimento economico (TRE) e il rapporto benefici-costi (RBC).

⁴ RIVALUTA.it. Online: <https://www.rivaluta.it/calcolatore-inflazione.asp> (ultimo accesso: 20/07/2022).

Anno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Capacità di produzione (%)		100%	99%	98%	97%	96%	95%	94%	93%	92%	91%	90%	89%	88%	87%	86%	85%	84%	83%	82%	81%	80%	79%	78%	77%	76%
Ricavi totali		959.440,0	949.845,6	940.251,2	930.656,8	921.062,4	911.468,0	901.873,6	892.279,2	882.684,8	873.090,4	863.496,0	853.901,6	844.307,2	834.712,8	825.118,4	815.524,0	805.929,6	796.335,2	786.740,8	777.146,4	767.552,0	757.957,6	748.363,2	738.768,8	729.174,4
Servizio di habitat per la biodiversità		29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825	29.825
Servizio di impollinazione		-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041	-1.041
Valore residuo																										
Afflussi totali	-	988.224,0	978.629,6	969.035,2	959.440,8	949.846,4	940.252,0	930.657,6	921.063,2	911.468,8	901.874,4	892.280,0	882.685,6	873.091,2	863.496,8	853.902,4	844.308,0	834.713,6	825.119,2	815.524,8	805.930,4	796.336,0	786.741,6	777.147,2	767.552,8	757.958,4
Investimento iniziale	-6.136.398,9																									
Costi operativi totali		-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0	-15.000,0
Costi di sostituzione																										
Servizio di qualità paesaggistica		-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500	-2.500
Deflussi totali	-6.136.398,9	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0	-17.500,0
Flusso di cassa netto	-6.136.399	970.724	961.130	951.535	941.941	932.346	922.752	913.158	903.563	893.969	884.374	874.780	865.186	855.591	845.997	836.403	826.809	817.215	807.621	798.027	788.433	778.839	769.245	759.651	750.057	740.463

Indicatori finanziari	Valore
Valore attuale netto economico (VANE)	7.530.605 €
Tasso di rendimento economico (TRE)	14,35 %
Rapporto benefici-costi (RBC)	2,17

6. Conclusioni

Per quanto riguarda l'analisi finanziaria, ipotizzando un tasso di sconto del 4%, il progetto produce un NPV>0 (€7.119.994), un TRR del 13,86% e un RBC>1 (2,12). Questi indicatori mostrano che il progetto è finanziariamente altamente sostenibile in un orizzonte di analisi di 25 anni.

La valutazione dei servizi ecosistemici mostra che il progetto aumenterebbe la fornitura dei servizi di habitat per la biodiversità (29.825 €/anno, considerando la media dei due scenari valutati), incidendo invece in forma parzialmente negativa sul servizio di fornitura del servizio di impollinazione e di qualità del paesaggio (- 2.500 €/anno).

Per quanto riguarda, invece, gli indicatori dell'analisi economica, considerando le stesse ipotesi dell'analisi finanziaria in termini di tasso di sconto e orizzonte temporale, il progetto genera un Valore Economico Netto (VANE) corrente di 7.530.605 €, un tasso di rendimento economico (TRE) del 14,35% e un Rapporto benefici-costi (RBC) del 2,17.

Ciò equivale a dire che il progetto è auspicabile e sostenibile sia dal punto di vista finanziario che da quello economico, in quanto il suo VANE non solo continua ad essere maggiore di 0 e il suo RBC maggiore di 1, ma di fatto questi indicatori aumentano rispetto all'analisi finanziaria per il miglioramento complessivo che il progetto assicura sulla fornitura dei servizi ecosistemici analizzati (sommando gli impatti rilevati, sia positivi che negativi).

7. Bibliografia

- Alberoni et al. (2022). Condivisione dell'habitat tra api e impollinatori selvatici.
- Allen, T. (1974). *Vanishing wildlife of North America*. Washington, D.C.
- Bergmann, P. G. (1993). *Relativity*. In *The new encyclopedia britannica* (Vol. 26). Chicago: Encyclopedia Britannica.
- Ciaian, P., Gomez, Y., & Paloma, S. (2011). *The Value of EU Agricultural Landscape*. EUR 24868 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*.
- Flyren. (2021). *Studio di Impatto Ambientale (SIA)*.
- Fondazione Michelagnoli. (2023, Marzo 02). *I Servizi Ecosistemici*. Tratto da Fondazione Michelagnoli: <https://www.fondazionemichelagnoli.it/news/i-servizi-ecosistemici>
- Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*(55), 893-896.
- ISPRA. (2018). *Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo*. Tratto da <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici>
- MA Board. (2005). Millennium Ecosystem Assessment.
- Natural Capital Project. (2022). *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs*,. Tratto da <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>
- Ricciardelli, D'Albore, & Intoppa. (2000). Fiori e api in Europa.
- Strollo, A., Marinosci, I., & Munafò, M. (2018). *I servizi ecosistemici nella città metropolitana di Torino*. In: *Strategia Nazionale del verde urbano*. Torino. Tratto da <https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico>

