



Comune di Padova

Analisi del ciclo di vita e modelli di riequilibrio dei sistemi urbani: il caso Alì S.p.a.

**ALLEGATO 2: “Valutazione della perdita di servizi ecosistemici derivati da opere
di consumo del suolo per l'ampliamento centro distribuzione
merci-Via Svezia (PD)” a cura di ETIFOR | Valuing Nature**

NOVEMBRE 2023

**Valutazione della perdita di servizi
ecosistemici derivanti da opere di consumo
del suolo per l'ampliamento centro
distribuzione merci – via Svezia (PD)**

Terza consegna
Ottobre 2023

Juan Diego Restrepo, Federico Corrò, Giulia Amato, Lucio Brotto

Etifor | Valuing Nature

Credits

Titolo del report

Valutazione della perdita di servizi ecosistemici derivanti da opere di consumo del suolo per l'ampliamento centro distribuzione merci – via Svezia (PD)

Autori

Juan Diego Restrepo, Federico Corrà, Giulia Amato, Lucio Brotto

Contatti

juan.restrepo@etifor.com

Data

30/10/2023

Versione documento

V3

Indice

RIASSUNTO	4
1. INTRODUZIONE	5
2. METODOLOGIA	6
2.1 Definizione dell'area di studio	6
2.2 Approccio metodologico: i servizi ecosistemici	9
3. VALUTAZIONE DELLA PERDITA DEI SERVIZI ECOSISTEMICI PER L'AMPLIAMENTO CENTRO DISTRIBUZIONE MERCI	14
3.1 Servizio di produzione agricola.....	14
3.2 Servizio di regolazione del flusso d'acqua	15
3.3 Servizio di stoccaggio e sequestro di carbonio	17
3.4 Servizio di qualità dell'habitat	20
3.5 Servizio di qualità paesaggistica	24
3.6 Sintesi dei risultati per tutti i servizi ecosistemici considerati	24
4. CONCLUSIONI	25
APPENDICE 1: SCHEDE DI INTERVENTI COMPENSATIVI STANDARD	27
Orti urbani condivisi.....	27
Foreste urbane.....	30
Aumento del verde urbano	33
Fasce tampone e siepi campestri	36
Aree umide di infiltrazione	39
APPENDICE 2: FOGLIO DI CALCOLO SEQUESTRO CO ₂ PER INTERVENTI DI RIFORESTAZIONE 42	
APPENDICE 3: CALCOLO DEL SEQUESTRO DI CO ₂ E DEL RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE EVITATO PER INTERVENTI DI VERDE URBANO.....	43
5. BIBLIOGRAFIA	44

Lista figure

Figura 1. Delimitazione dell'area di studio su foto aerea.....	6
Figura 2. Uso del suolo nell'area di studio secondo la carta dell'uso del suolo della Provincia di Padova.....	7
Figura 3. Siepe bassa (sinistra) e fila di alberi (destra) con fossato di scolo nella parte ovest dell'area di studio.....	7
Figura 4. Struttura residenziale isolata nella parte sud-est dell'area di studio.....	8
Figura 5. Coltivazione di soia nella parte sud dell'area di studio.....	8
Figura 6. Siepe alta con pioppi intorno alle colture di soia nella parte sud-ovest dell'area di studio.....	8
Figura 7. Uso del suolo nell'area di studio aggiornato dopo il sopralluogo con data 24/08/2023.....	9
Figura 8. Classificazione dei servizi ecosistemici secondo il Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005).....	10
Figura 9. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici per consumo di suolo a livello nazionale tra il 2012 e il 2021 (Munafò, 2022).....	12
Figura 10. Esempio di servizi ecosistemici potenzialmente suscettibili di impatti negativi nello sviluppo di progetti infrastrutturali (OIRA, 2023).....	13
Figura 11. Infiltrazione idrica (m ³ /m ²) per l'area di studio come misura della regolazione del flusso d'acqua.....	17
Figura 12. Perimetro di analisi per la scelta delle minacce: buffer di 1 km attorno all'area di progetto.....	21
Figura 13. Mappa di qualità dell'habitat riferita all'area di studio.....	23
Figura 14. Grafico riassuntivo con la valutazione dei cinque servizi ecosistemici.....	25

Lista tabelle

Tabella 1. Metodologie riviste per la scelta dei servizi ecosistemici a valutare.....	13
Tabella 2. Valore biofisico ed economico associato alla perdita di produzione agricola per lo scenario 1.....	15
Tabella 3. Valore biofisico ed economico associato alla perdita di produzione agricola per lo scenario 2.....	15
Tabella 4. Capacità di rimozione del carbonio per classe di uso del suolo nello scenario di base.....	19
Tabella 5. Capacità di rimozione del carbonio per tipo di uso del suolo nello scenario di progetto.....	19
Tabella 6. Area stimata, differenza nel sequestro di CO ₂ e stima del valore economico.....	20
Tabella 7. Minacce individuate per la valutazione del servizio di qualità dell'habitat e relative caratteristiche.....	22
Tabella 8. Punteggio della sensibilità di ogni habitat alle minacce individuate.....	22
Tabella 9. Valori economici unitari del servizio Qualità degli habitat, per tipologia di trasformazione d'uso del suolo.....	23
Tabella 10. Riassunto con la valutazione dei cinque servizi ecosistemici.....	25

Riassunto

Il presente report è realizzato da Etifor | Valuing Nature su commissione della società Terre Srl e presenta la valutazione della perdita di servizi ecosistemici derivanti da opere di consumo del suolo per l'ampliamento centro distribuzione merci – via Svezia (PD), e il supporto tecnico nella definizione degli interventi di compensazione e i loro impatti positivi attesi sui servizi ecosistemici individuati.

Il rapporto presenta la valutazione di cinque servizi ecosistemici, considerati come quelli maggiormente impattati a causa dello sviluppo del progetto in questione e individuati in base sia alle caratteristiche dell'area di studio che alle caratteristiche del progetto da realizzare. La valutazione è effettuata sotto due aspetti: (i) dal punto di vista biofisico, ossia stimando la quantità di ciascun servizio ecosistemico perduta a titolo definitivo a causa della realizzazione del progetto e del conseguente cambiamento di uso del suolo verso una copertura artificiale e impermeabile; (ii) dal punto di vista economico, cioè stimando il valore in termini monetari della perdita dei servizi ecosistemici selezionati di cui al punto precedente. La valutazione dei servizi ecosistemici è stata effettuata attraverso diverse metodologie estimative, tra cui valori di mercato, costi di sostituzione e Benefit transfer.

Il rapporto include anche la definizione di schede-tipo semplificate di interventi compensativi e dei loro impatti positivi, tese a facilitare l'identificazione degli interventi compensativi da dottare in futuro.

1. Introduzione

La perdita di suolo come problema ambientale sta guadagnando sempre più rilevanza sul piano del dibattito tecnico e politico a scala europea, a causa di possibili trade-off tra l'esigenza di sviluppare infrastrutture utili allo sviluppo socioeconomico e la necessità di raggiungere gli obiettivi del Green Deal in termini di sviluppo sostenibile e transizione ecologica. In contesto urbano, il consumo di suolo, tipicamente associato alla creazione di superfici impermeabili, può portare alla distruzione di habitat naturali e semin-naturali e alla frammentazione del paesaggio. A questi effetti si aggiunge una diminuzione della capacità dei suoli di catturare e immagazzinare carbonio e di regolare i flussi d'acqua, con il risultato che gli ecosistemi urbani sono meno resistenti agli shock e agli eventi ambientali estremi, e complessivamente meno resilienti (Ivits et al., 2022).

Assieme all'erosione, alla diminuzione della materia organica, all'inquinamento e alla compattazione, l'impermeabilizzazione è una delle principali minacce identificate dalla Commissione Europea per la risorsa suolo (Giandon, 2020). Queste azioni portano alla perdita di diversi benefici forniti dal suolo, noti anche come servizi ecosistemici e che includono, tra gli altri, la fornitura di materiali e cibo, la regolazione dei cicli dei nutrienti e dei processi idrologici, nonché servizi culturali e ricreativi. Questi servizi sono, in larga misura, esternalità e, come tali, sono forniti alla società gratuitamente, senza cioè che i beneficiari sostengano alcun costo e, nel contempo, senza che chi li eroga ottenga alcun beneficio. Ne consegue che la loro perdita può essere considerata come una diminuzione del capitale naturale che fornisce beni e servizi che possono essere quantificati economicamente.

Compensare gli impatti irreversibili dei progetti che consumano e alterano il suolo, come quelli delle infrastrutture industriali e dello sviluppo stradale, tra gli altri, è importante per ridurre al minimo gli impatti complessi di tali progetti. Sulla base di ciò, è fondamentale effettuare analisi che permettano di quantificare la perdita di servizi ecosistemici del suolo, al fine di prendere decisioni opportune quando vengono elaborati piani di compensazione.

Il presente rapporto è realizzato da Etifor | Valuing Nature e presenta la valutazione della perdita di servizi ecosistemici derivanti da opere di consumo del suolo per l'ampliamento del centro distribuzione merci di proprietà di Ali Spa, sito in via Svezia (PD). Questo documento ha l'obiettivo di quantificare la perdita di cinque servizi ecosistemici prioritari, per fornire supporto tecnico nella definizione di interventi di compensazione nell'area del Comune di Padova, e i loro impatti positivi attesi sui servizi ecosistemici individuati.

Il rapporto è strutturato in quattro capitoli. Oltre a questo capitolo introduttivo, il secondo capitolo comprende la metodologia di studio, con la definizione dell'area di studio e l'approccio utilizzato per concettualizzare e dare priorità ai servizi ecosistemici da valorizzare. Il terzo capitolo comprende una descrizione dettagliata della valutazione di ciascuno dei servizi ecosistemici selezionati, nonché i risultati di tali valutazioni, da un punto di vista biofisico e quantitativo. Il quarto capitolo presenta le conclusioni e le raccomandazioni basate sui principali risultati del progetto. Infine, l'appendice 1 presenta la definizione di schede tipo semplificate di interventi compensativi e dei loro impatti positivi, tese a facilitare l'identificazione degli interventi compensativi in futuro.

2. Metodologia

In questo capitolo si descrive nel dettaglio la metodologia d'indagine utilizzata ai fini del presente studio.

2.1 Definizione dell'area di studio

L'area oggetto di trasformazione è un'area attualmente ad uso agricolo di proprietà di Ali Spa, adiacente all'attuale centro logistico dell'azienda, sito in via Svezia, nella zona industriale di Padova, al confine con i comuni di Legnaro e Saonara. L'area di studio è situata nell'area est del Comune di Padova e si colloca al margine meridionale del contesto artigianale-industriale della Zona Industriale di Padova (ZIP). Il territorio in cui si inseriscono gli interventi pianificati è ancora dominato, allo stato attuale, da ampi spazi agricoli, in particolare verso sud e verso est (Figura 1). Complessivamente l'area ha un'estensione di 15,4 ha.

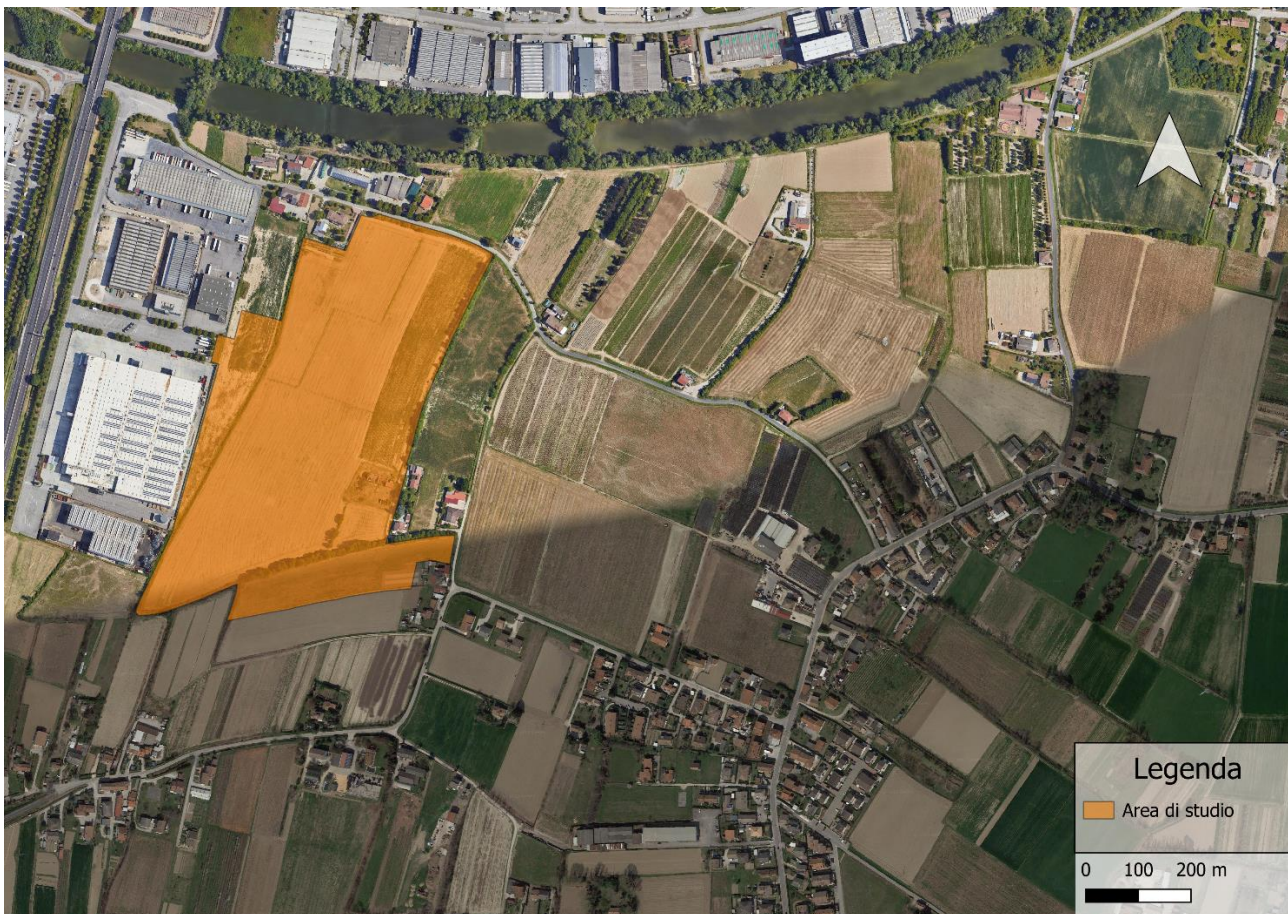


Figura 1. Delimitazione dell'area di studio su foto aerea.

Secondo la carta dell'uso del suolo della Provincia di Padova, fornita dal committente, l'area di studio è composta per il 97% da "Terreni arabili in aree irrigue", vale a dire mais e soia, e per il restante 3% da "Strutture residenziali isolate" (Figura 2).

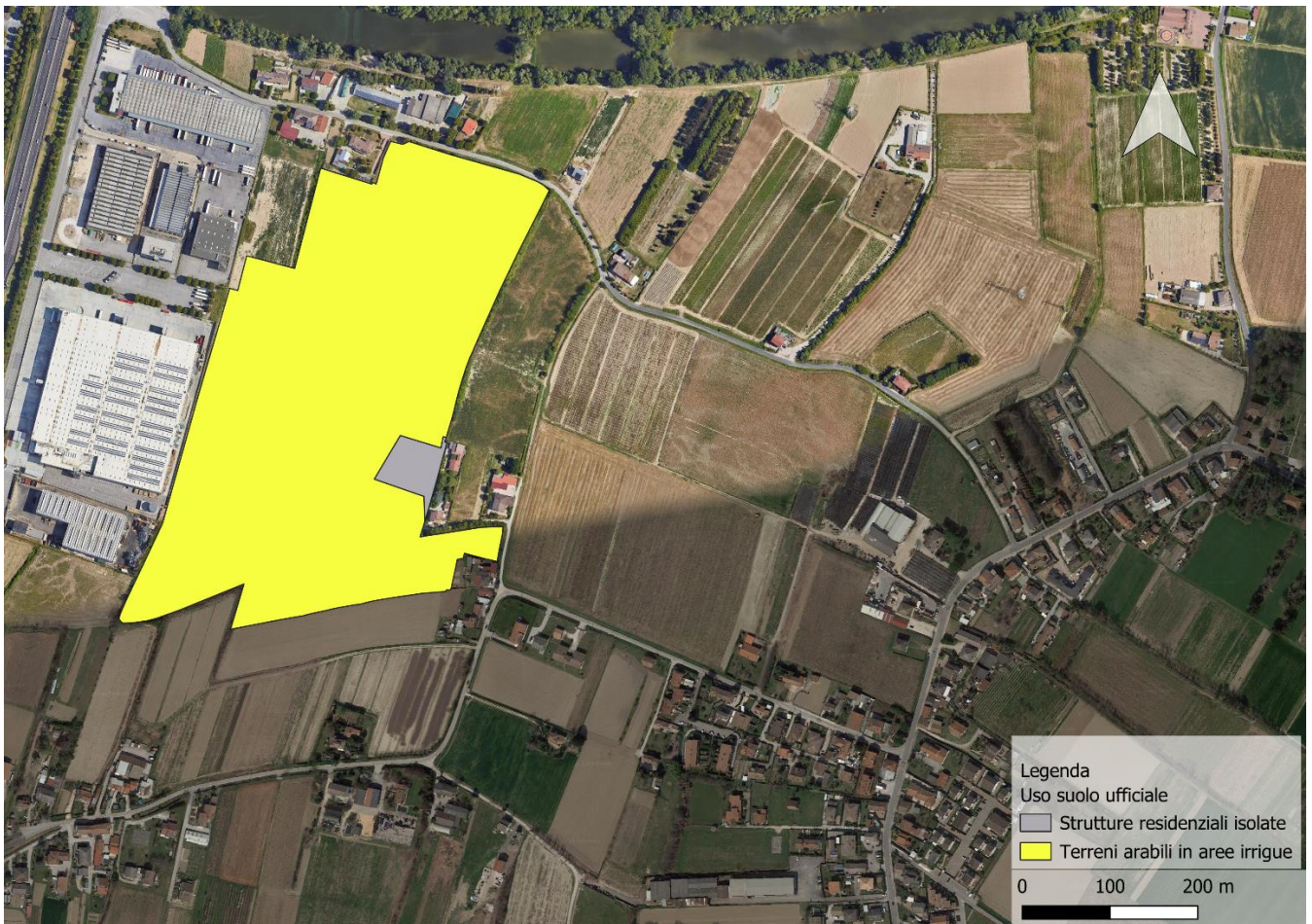


Figura 2. Uso del suolo nell'area di studio secondo la carta dell'uso del suolo della Provincia di Padova.

In data 24 agosto 2023 è stato effettuato un sopralluogo dell'area di studio per confermare le attuali coperture di uso del suolo e lo stato dei luoghi. Nel corso del rilievo, oltre agli usi del suolo citati, sono stati rinvenuti altri elementi ed emergenze del paesaggio degni di nota ai fini del presente studio, quali siepi alte e basse, nonché alberi di diversa altezza, sparsi lungo il perimetro dell'area (Figure da 3 a 7).



Figura 3. Siepe bassa (sinistra) e fila di alberi (destra) con fossato di scolo nella parte ovest dell'area di studio.



Figura 4. Struttura residenziale isolata nella parte sud-est dell'area di studio.



Figura 5. Coltivazione di soia nella parte sud dell'area di studio.



Figura 6. Siepe alta con pioppi intorno alle colture di soia nella parte sud-ovest dell'area di studio.

Di conseguenza, dopo il sopralluogo, la carta uso del suolo è stata aggiornata ai fini del presente studio con un livello maggiore di dettaglio e le diverse aree con vegetazione arborea e arbustiva sono state classificate secondo il livello III della metodologia CORINE Land Cover¹ come “Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione” (Figura 7).

¹ [Legenda CORINE - ISPRA](#)

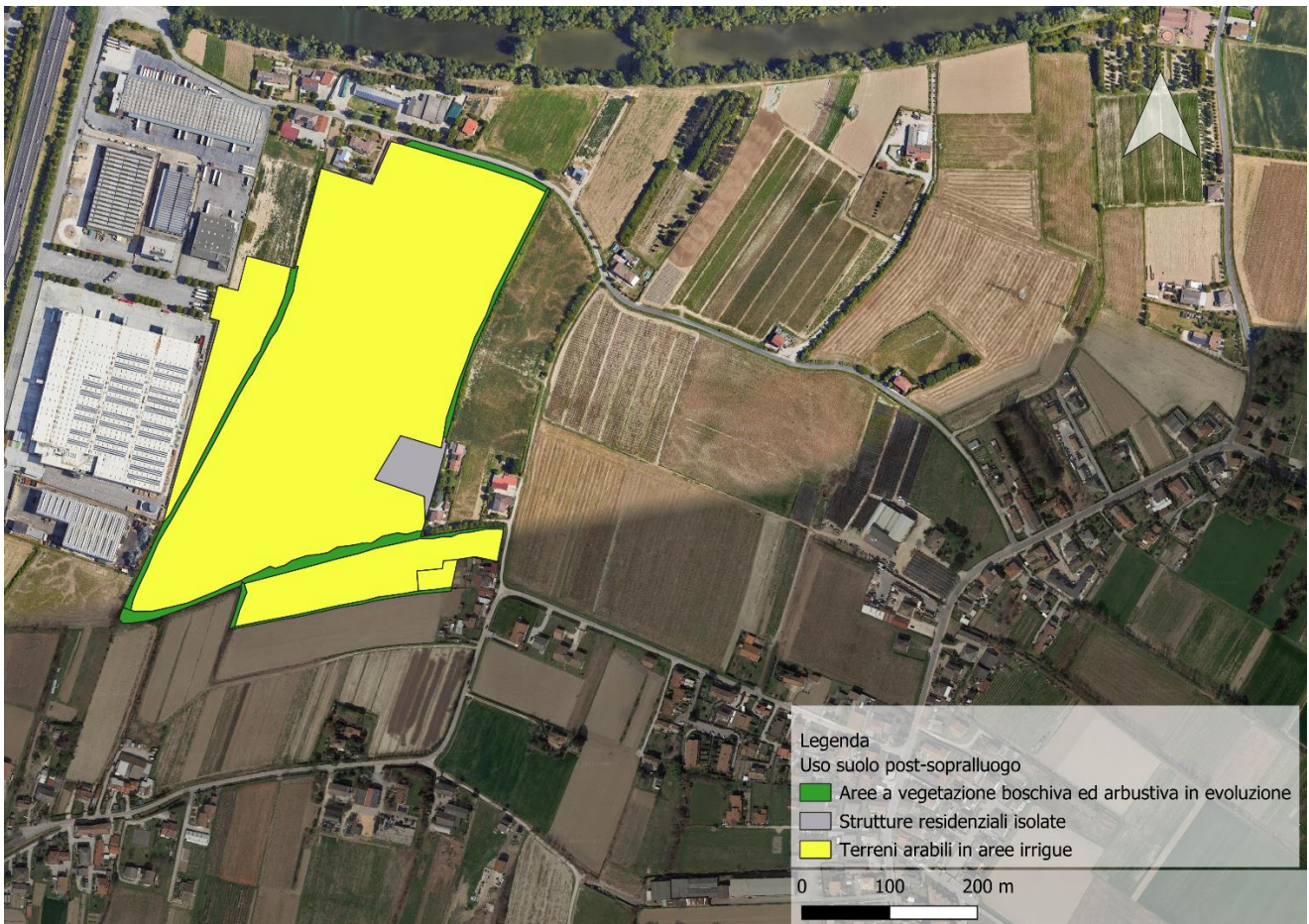


Figura 7. Uso del suolo nell'area di studio aggiornato dopo il sopralluogo con data 24/08/2023.

Infine, a supporto della valutazione dei servizi ecosistemici persi a causa del progetto, sono stati definiti uno scenario di base e uno scenario di progetto. Lo scenario di base è costituito dallo stato attuale della copertura del suolo, così come riportato nella Figura 7. Nello scenario di progetto, invece, si assume che l'intera area sia modificata, con una conversione completa a forme di copertura artificiale, essendo pertanto classificata come "Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi", Il valore dei servizi ecosistemici in questo secondo scenario sarà pertanto considerato pari a zero.

È opportuno chiarire che il completamento delle opere del progetto d'ampliamento del centro distribuzione merci e il conseguente impatto permanente sul suolo e i servizi da esso forniti porteranno alla perdita totale di alcuni di questi servizi ecosistemici. Per altri servizi, invece, la loro erogazione nell'area non sarà totalmente persa a causa di interventi di rinaturalizzazione dell'area di progetto che verranno fatti dalla azienda Ali Spa. Questi interventi sono stati progettati nella *Relazione Agronomica per il Progetto del Verde* fatta nel 2021, e sono mirati a una compensazione *in situ* e perciò a una perdita non totale in alcuni dei servizi ecosistemici. La valutazione di questi interventi, tuttavia, esula dallo scopo di questa analisi.

2.2 Approccio metodologico: i servizi ecosistemici

In questa sezione si fornisce un approfondimento concettuale e metodologico relativo al tema dei servizi ecosistemici.

2.2.1 Definizione e classificazione dei servizi ecosistemici

Secondo la definizione del *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005), i servizi ecosistemici sono i “benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano”. In letteratura sono disponibili varie classificazioni di tali servizi. Quella maggiormente utilizzata è stata proposta dallo stesso MEA (2005) e distingue i servizi in quattro grandi categorie, tutte poste in stretta relazione con il benessere e la salute del genere umano (Figura 8):

- **Servizi di approvvigionamento:** sono rappresentati da tutti i beni, prodotti o che derivano dagli ecosistemi, utili all’uomo per soddisfare i propri bisogni materiali. Rientrano in questa categoria, ad esempio, 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, ad esempio, 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. Ne fanno parte servizi che contribuiscono al benessere spirituale umano, come ad esempio, valori educativi, estetici, di diversità culturale, ricreazione ed ecoturismo.
- **Servizi di supporto:** tali servizi comprendono, ad esempio, il ciclo dei nutrienti, la formazione del suolo, la produzione primaria, la fotosintesi, il ciclo dell’acqua e 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, costituendo di fatto un prerequisito alla produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici.



Figura 8. Classificazione dei servizi ecosistemici secondo il Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005)²

² Fonte immagine: [Fondazione Michelagnoli](#)

2.2.2 Valutazione dei servizi ecosistemici

Poiché gran parte dei servizi ecosistemici (con riferimento, in particolare, ai servizi di regolazione e culturali) sono, dal punto di vista economico, beni pubblici – cioè caratterizzati dall’assenza di condizioni di piena rivalità ed escludibilità – ed esternalità, quantificarne il valore in termini monetari può essere complicato. In mancanza di un prezzo esplicito di mercato, è necessario ricorrere ad alcune metodologie proprie dell’estimo ambientale, che prendono in considerazione i valori associati ai costi da sostenere in relazione ai servizi ecosistemici (ad esempio, il costo di ripristino o di sostituzione) oppure alla domanda di tali servizi da parte dei consumatori.

Attraverso tali metodologie è possibile pervenire a stime che descrivono in modo accurato il più probabile valore di ciascun servizio ecosistemico oggetto d’indagine. Nondimeno, a causa delle incertezze proprie di questi metodi di valutazione, bisogna tenere presente che tali stime non hanno la pretesa di rappresentare il valore esatto dei servizi, ma piuttosto di fornire un’indicazione realistica il cui ordine di grandezza può essere paragonato e messo a confronto con i risultati dell’analisi finanziaria, al fine di fornire informazioni utili al decisore politico.

Di seguito si fornisce una breve illustrazione delle metodologie utilizzate per la valutazione economica della perdita di servizi ecosistemici derivanti da opere di consumo del suolo per l’ampliamento centro distribuzione merci – via Svezia (PD), con particolare enfasi sui criteri estimativi del più probabile valore di mercato, i criteri estimativi basati su diverse tipologie di costo e il metodo del *Benefit transfer*.

Gli approcci per la valutazione dei servizi ecosistemici basati sul più probabile valore di mercato partono dal presupposto che i prezzi di mercato rappresentano, in condizioni di mercato perfetto, il punto di incontro tra domanda e offerta. Pertanto, tali prezzi sono considerati una rappresentazione adeguata del valore dei servizi ecosistemici con mercati preesistenti, presupponendo che il mercato non sia distorto (ad esempio dal potere monopolistico) e che i prezzi siano liberamente attribuiti (FAO *et al.*, 2021). Ogni qual volta sia possibile fare riferimento a un prezzo di mercato è consigliabile utilizzare tale valore come *benchmark* per la stima di un determinato servizio.

Laddove non esistano prezzi espliciti relativi a un determinato servizio ecosistemico è possibile invece stimare il valore dello stesso con approcci “*cost-based*”. Ad esempio, il valore di un servizio ecosistemico può essere considerato pari al costo della sua produzione (o riproduzione) o, meglio, al costo di produzione (o riproduzione) dell’ecosistema in grado di assicurare l’erogazione del servizio in oggetto. Alternativamente è possibile considerare il costo di sostituzione (o surrogazione) di un bene, vale a dire il costo che deve essere sostenuto per realizzare misure artificiali in grado di sostituire il bene oggetto di analisi, assicurando tuttavia la medesima funzione (TEEB, 2010). Ad esempio, i costi di trattamento e depurazione delle acque sostenuti in assenza di servizi di depurazione forniti dalle foreste possono essere utilizzati per stimare il valore di tali servizi (FAO *et al.*, 2021).

Infine, il *Benefit transfer* comprende metodi che si basano sull’uso dei risultati provenienti da studi primari preesistenti relativamente a uno o più siti per prevedere le stime relative ad altri siti analoghi. La metodologia consente di trasferire i risultati di uno studio pregresso realizzato in un determinato contesto (*study site*) e di adattarli, con opportuni metodi e criteri, alla situazione di interesse (*policy site*). Questo metodo è particolarmente utile quando la raccolta di dati primari risulti eccessivamente complessa o costosa o vi siano altri vincoli temporali e di natura tecnica (FAO *et al.*, 2021).

2.2.3 Selezione dei servizi ecosistemici da valutare

Riconoscere e considerare gli effetti di un progetto sulla capacità di assicurare servizi ecosistemici è fondamentale per ottenere una completa valutazione degli impatti che tale progetto avrà sulla collettività. La traduzione in termini economici dei servizi ecosistemici, anche laddove non esista un prezzo di mercato per misurarli (attraverso metodologie dirette o indirette), è fondamentale per mettere a confronto i diversi impatti, positivi e negativi, e consentire ai decisori politici e soggetti proponenti di costruire progettualità orientate a massimizzare gli impatti positivi.

La selezione dei servizi ecosistemici da sottoporre a valutazione ai fini del presente studio si è basata su un lavoro di ricognizione e analisi della letteratura esistente in materia di cambiamenti d'uso del suolo. Tra gli studi considerati merita una particolare menzione il rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" (Munafò, 2022), a cura del Sistema nazionale protezione ambiente (SNPA), che ha calcolato per l'Italia il valore economico dei principali servizi ecosistemici del suolo persi, tra il 2012 e il 2021, a causa di interventi determinanti consumo di suolo, quali nuove coperture artificiali, aree edificate, lo sviluppo di poli logistici, ecc. (Figura 9).

Servizi ecosistemici	Valore minimo [€/anno]	Valore medio [€/anno]	Valore massimo [€/anno]
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-340.298	-1.068.610	-1.796.922
Qualità degli habitat	-20.474.420	-20.474.420	-20.474.420
Produzione agricola	-154.901.515	-154.901.515	-154.901.515
Produzione di legname	-45.595.360	-45.595.360	-45.595.360
*Impollinazione	-9.792.643	-11.433.846	-13.075.048
Regolazione del microclima	-4.806.331	-12.015.827	-19.225.324
Rimozione particolato e ozono	-2.121.049	-4.282.759	-6.444.468
Disponibilità di acqua	-3.090.000	-38.625.000	-74.160.000
Regolazione del regime idrologico	-3.060.000.000	-3.312.960.000	-3.565.920.000
Purificazione dell'acqua dai contaminanti	-467.456	-66.911.424	-133.355.393
Totale	-3.301.589.071	-3.668.268.761	-4.034.948.450

Figura 9. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici per consumo di suolo a livello nazionale tra il 2012 e il 2021 (Munafò, 2022).

Un altro dei rapporti analizzati è stato il *Guidance for assessing changes in environmental and ecosystem services in benefit-cost analysis* (OIRA, 2023), che è una guida metodologica sviluppata dal Governo degli Stati Uniti per supportare e uniformare l'analisi costi-benefici durante lo sviluppo di diversi tipi di progetti. La metodologia indica quali servizi ecosistemici siano maggiormente impattati da diverse tipologie di progetti in differenti settori, come ad esempio la produzione di energia, l'agricoltura e le infrastrutture, e che dovrebbero quindi essere quantificati per informare il processo decisionale. La Figura 10 mostra un esempio relativo ai servizi ecosistemici che, secondo tale linee-guida, dovrebbero essere considerati in quanto potenzialmente suscettibili di impatti negativi nello sviluppo di progetti infrastrutturali.

If your rule could affect or involve...	Then a sample (i.e., non-exhaustive) list of ecosystem services affected could include...
Infrastructure	Water quality maintenance for drinking, transportation, energy production, or recreation; flood risk reduction for property protection; wildlife or places for recreation or culturally valued experiences; wild populations', places', or features' existence

Figura 10. Esempio di servizi ecosistemici potenzialmente suscettibili di impatti negativi nello sviluppo di progetti infrastrutturali (OIRA, 2023).

Infine, il rapporto *Land take and land degradation in Functional Urban Areas* (Ivits et al., 2022) dell'Agencia europea dell'Ambiente (EEA) parla dei principali impatti dell'impermeabilizzazione del suolo sugli ecosistemi, che includono:

- Frammentazione del paesaggio
- Produttività della biomassa
- Perdita stimata del potenziale di sequestro del carbonio nel suolo
- Impatto sul potenziale di ritenzione idrica dei suoli.

Sulla base dei rapporti e delle metodologie consultate, sono stati selezionati i cinque servizi ecosistemici da analizzare ai fini di questo progetto. La Tabella 1 presenta una sintesi dei servizi ecosistemici menzionati nei rapporti e nelle metodologie consultate, evidenziando in grassetto i cinque servizi identificati ai fini del presente studio:

1. Produzione agricola
2. Regolazione del flusso d'acqua
3. Stoccaggio e sequestro di carbonio
4. Qualità dell'habitat
5. Qualità del paesaggio

Tabella 1. Metodologie riviste per la scelta dei servizi ecosistemici a valutare

Servizi da valutare / Riferimento	SNPA 2022	OIRA 2023	EEA 2022
Stoccaggio e sequestro di carbonio	x		x
Qualità degli habitat	x	x	x
Produzione agricola	x		x
Produzione di legname	x		x
Impollinazione	x		
Regolazione del microclima	x		
Rimozione particolato e ozono	x		
Disponibilità di acqua	x		
Regolazione del regime idrologico	x	x	x
Purificazione dell'acqua	x	x	
Servizi ricreativi/paesaggio		x	x

3. Valutazione della perdita dei servizi ecosistemici per l'ampliamento centro distribuzione merci

Questa sezione presenta le metodologie specifiche utilizzate per la valutazione della perdita dei servizi ecosistemici per l'ampliamento del centro distribuzione merci, nonché i risultati della valutazione.

Si sottolinea che, per ciascun servizio ecosistemico, la stima si compone di due fasi: una prima quantificazione biofisica del servizio e una successiva quantificazione economica, associata alla precedente e che consente di pervenire alla stima di ciascun servizio in termini monetari.

3.1 Servizio di produzione agricola

La valutazione socioeconomica della produzione agricola si basa sul fatto che i prodotti agricoli (o i loro derivati) sono commercializzate sul mercato e, pertanto, hanno un esplicito valore di mercato. Ciò consente, attraverso dati disponibili in banche dati pubbliche (ad esempio con riferimento ad associazioni di categoria, Camere di Commercio, riviste tecniche specializzate, enti di ricerca specifici ecc.), di stimare un valore del servizio ecosistemico fornito, sia in termini biofisici (quantità, es. in tonnellate (t), di prodotti agricoli) che economici (valore monetario totale ottenuto moltiplicando il prezzo medio unitario di ciascun prodotto per la quantità prodotta attesa).

3.1.1 Metodo di valutazione

La quantità biofisica del servizio di produzione agricola può essere determinata in base all'estensione (in ettari, ha) delle aree coltivate per singola coltura, combinata con le rese di produzione di ciascuna coltura (kg/ha). Questi dati sono generalmente disponibili da basi statistiche a scala locale e possono essere ulteriormente approfondite e verificate tramite stakeholder privilegiati, come le associazioni di agricoltori. Inoltre, il valore economico di questo servizio può essere valutato facendo riferimento ai prezzi di mercato dei prodotti forniti derivati da analisi di mercato, statistiche, rapporti, listini prezzi (ad esempio delle Camere di Commercio locali) ecc.

In questo caso la valutazione di tale servizio ecosistemico è stata stimata per un'area di 14,6 ha, vale a dire l'area di studio al netto delle aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione e delle strutture residenziali isolate. Nella valutazione sono stati elaborati due scenari di base. Il primo riflette la situazione dell'area di studio all'agosto 2023, dove la maggior parte del terreno è coltivato a mais (11,67 ha), una parte a soia (1,37 ha) e una parte è lasciata a incolto (1,12 ha). Il secondo scenario riflette un potenziale utilizzo dell'intera superficie agricola, coltivata principalmente a mais, con una porzione pari a circa il 9% della superficie destinata a soia. Entrambi gli scenari sono stati confrontati con lo scenario di progetto, in cui il valore del servizio ecosistemico è assunto pari a zero.

I valori del prezzo medio per tonnellata e della resa per ciascuna delle colture sono stati presi dai siti web di ISMEA³, Confagricoltura Venezia⁴, CREA⁵ e Informatore agrario⁶.

³ [Prezzario ISMEA](#)

⁴ [Confagricoltura Venezia](#)

⁵ Resa mais per ettaro ([CREA](#))

⁶ [Informatore agrario](#)

3.1.2 Risultati

I risultati del primo scenario (Tabella 2) mostrano una perdita di produzione agricola di 136,17 t/anno, che equivale ad un valore economico stimato di 35.417,66 €/anno.

Tabella 2. Valore biofisico ed economico associato alla perdita di produzione agricola per lo scenario 1.

Coltura	Dimensioni (ha)	Prezzo (€/t)	Resa stimata (t/ha/anno)	Produzione (t/anno)	Valore totale (€/anno)
Mais	11,67	249,50 €	11,2	130,68	32.605,06 €
Soia	1,37	512,50 €	4	5,49	2.812,60 €
Incolto	1,12			0	0,00 €
Totale	14,16			136,17	35.417,66 €

Il secondo scenario (Tabella 3) mostra invece una perdita potenziale di 148,66 t/anno, che equivale ad un valore economico stimato di 38.533,42 €/anno.

Tabella 3. Valore biofisico ed economico associato alla perdita di produzione agricola per lo scenario 2.

Coltura	Dimensioni (ha)	Prezzo (€/t)	Resa stimata (t/ha/anno)	Produzione (t/anno)	Valore totale (€/anno)
Mais	12,78	249,50 €	11,2	143,17	35.720,82 €
Soia	1,37	512,50 €	4	5,49	2.812,60 €
Totale	14,16			148,66	38.533,42 €

3.2 Servizio di regolazione del flusso d'acqua

Questo servizio ecosistemico viene concettualizzato come la capacità delle coperture naturali non impermeabili di intercettare e infiltrare le precipitazioni, contribuendo alla regolazione del flusso delle acque che avviene come deflusso superficiale (*runoff*) e generando un beneficio economico in termini di costi di surrogazione, intesi come i costi che dovrebbero altrimenti essere sostenuti per realizzare infrastrutture artificiali in grado di assicurare il medesimo servizio. Nel contesto di questo progetto, la stima è interpretata come la perdita della capacità del suolo permeabile di infiltrare acque meteoriche dovuto ad un'alterazione antropica del sistema e alla conseguente maggiore esposizione a rischi di allagamento/alluvione.

3.2.1 Metodo di valutazione

Per la stima biofisica di tale servizio è stato utilizzato il software InVEST⁷ per la valutazione di servizi ecosistemici. In questo caso si è calcolato la riduzione del deflusso superficiale nell'area di studio in funzione delle forme d'uso attuali del suolo e della loro estensione, vale a dire con riferimento alle aree a vegetazione boschiva ed arbustiva e terreni arabili, rispetto ad un evento di precipitazione simulato.

Per effettuare questo calcolo, il modello usa tre tipi di dati di input principali:

- i dati della mappa dell'uso del suolo dell'area di studio
- il gruppo idrologico dei suoli nell'area di studio
- il numero della curva di deflusso di ciascun uso del suolo (metodo del *Curve Number*): questo numero consiste in un valore compreso potenzialmente tra 0 e 100 e, nel caso specifico, date

⁷ [InVEST Natural Capital](#)

le classi di copertura presenti nell'area di progetto tra 30 e 100 che stima la capacità di deflusso di un determinato uso del suolo. Valori bassi significano basso potenziale di deflusso, cioè alta capacità di infiltrazione (ad esempio aree con vegetazione), mentre valori alti significano alto potenziale di deflusso (come reti stradali il cui valore è prossimo a 100).

Inoltre, il modello richiede la simulazione di un evento di precipitazione per stimare la capacità d'infiltrazione degli spazi verdi e in base a questo, stima l'infiltrazione in metri cubi.

In questo caso l'area di studio è stata classificata nel suo complesso come gruppo idrologico C, che presenta deflussi superficiali e potenziali moderatamente elevati. I dati sono stati prelevati dal geoportale GAIA di ARPA Veneto⁸. I numeri della curva di deflusso per ogni uso del suolo sono stati ricavati dalla Carta del *Curve Number Regionale* della regione Sardegna⁹, come uno degli esempi presenti in letteratura più vicini all'area di studio. Come evento di precipitazione è stato simulato un evento di 52,7 mm in un'ora, che equivale ad un tempo di ritorno di 10 anni.

Per quanto riguarda il valore economico, questo è stato calcolato attraverso il metodo del costo di sostituzione, in questo caso selezionando l'utilizzo di un bacino di laminazione come bene sostitutivo per trattenere la stessa quantità d'acqua immagazzinata dalle aree verdi. Il costo unitario per la soluzione alternativa (400 €/m³) è stato adattato a partire da quanto definito dalla Legge Regionale 23 novembre 2017, n. 7 della Regione Lombardia (art. 16) in coerenza con quanto fatto da Masiero *et al.* (2022)¹⁰. Il costo unitario del bene sostitutivo è stato moltiplicato per l'infiltrazione idrica totale annuale riferita all'area di studio. In base a una vita utile di 60 anni per l'opera sostitutiva e con un tasso di sconto pari al 3%¹¹, la rendita finanziaria è stata calcolata per avere valori annuali ricavando la singola annualità (a) a partire dall'equazione per la stima del valore attuale di una serie finita di annualità (*Present value of a terminating annual series*):

$$a = \frac{A_0}{(q^n - 1)/(rq^n)}$$

Dove

- a = annualità
- A₀ = Valore attuale di una serie finita di annualità
- q = (1+r)
- r = tasso di sconto (3%)
- n = numero di anni (60)

3.2.2 Risultati

La Figura 11 presenta i risultati della valutazione biofisica del servizio di regolazione del flusso d'acqua.

⁸ [Geoportale GAIA](#)

⁹ [Carta del Curve Number Regionale](#)

¹⁰ [Masiero et al. \(2022\)](#).

¹¹ Secondo l'allegato III del regolamento di esecuzione sul modulo di domanda e sulla metodologia CBA, per il periodo di programmazione 2014-2020 la Commissione europea raccomanda che per il tasso di sconto sociale venga utilizzato il 5% per i grandi progetti nei paesi del Fondo di coesione e il 3% per gli altri Stati membri

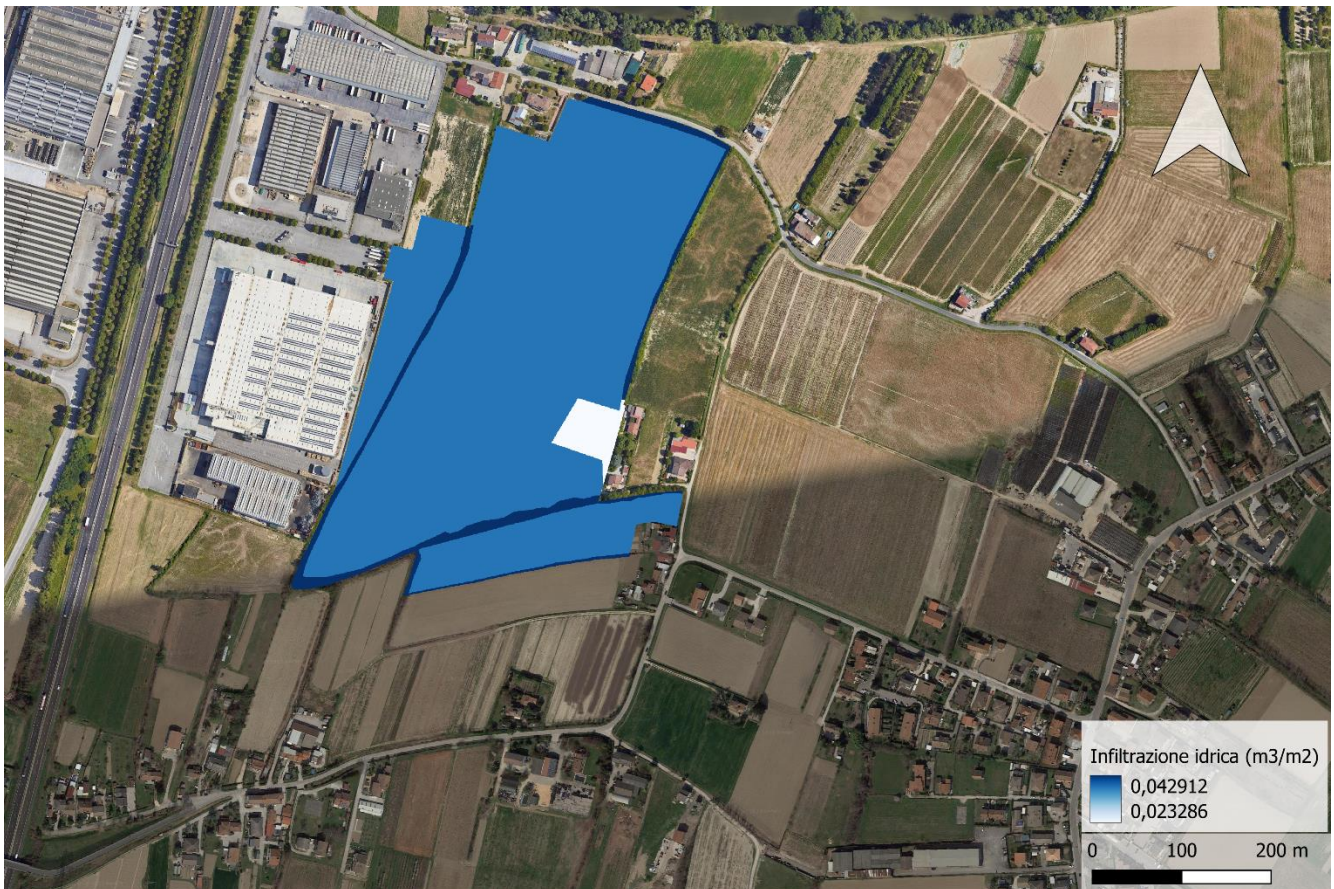


Figura 11. Infiltrazione idrica (m³/m²) per l'area di studio come misura della regolazione del flusso d'acqua.

L'infiltrazione d'acqua totale per l'area di studio è stimata in 5.909 m³/anno, con valori compresi tra 0,02 e 0,04 m³/m²/anno. Per quanto riguarda la valutazione economica, il costo stimato di un'opera sostitutiva sarebbe di 2.363.892,54 €. Ipotizzando una vita utile di 60 anni per l'opera sostitutiva e con un tasso di sconto pari al 3%, si ottiene un valore annuale pari a 85.414,43 €/anno.

3.3 Servizio di stoccaggio e sequestro di carbonio

L'obiettivo di questa analisi è stimare la variazione dei tassi di sequestro del carbonio nell'area di studio, dovuta al cambiamento di uso del suolo risultante dall'ampliamento del centro distribuzione merci in via Svezia.

La quantificazione del sequestro di carbonio avviene attraverso l'identificazione di:

- Tassi di sequestro di CO₂ per ogni tipo di copertura del suolo, sia per lo scenario di base che per lo scenario di progetto;
- Stima della differenza nel sequestro di carbonio dello scenario di progetto rispetto allo scenario di base;
- Stima del valore economico della perdita del servizio ecosistemico di sequestro del carbonio attraverso il prezzo medio dei crediti di carbonio (€/tCO₂eq) nel mercato volontario, applicato alla diminuzione nel sequestro annuale, cioè la differenza nel sequestro tra scenari di progetto e di base.

3.3.1 Metodo di valutazione

La stima biofisica del servizio di sequestro di CO₂ è stata divisa in due componenti, a seconda dei bacini di carbonio analizzati per l'area di studio, vale a dire:

- Per le aree considerate come “*aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione*” sono stati stimati i tassi di sequestro del carbonio sulla base di informazioni secondarie tratte dalle linee guida di buone pratiche dell'IPCC (Penman, 2003). I tassi di sequestro del carbonio atmosferico sono basati su una stima conservativa delle medie dei tassi nel corso dei loro cicli di vita; nell'analisi viene considerato solo il sequestro di carbonio derivante dall'accumulo di biomassa vivente (sopra e sotto il livello del suolo, vale a dire fusto e apparato radicale delle piante). Gli altri principali *pool* di carbonio (lettiera e detriti, carbonio organico del suolo) non sono inclusi nell'ambito della stima in questa fase. Il rapporto tra la massa molecolare di CO₂ e la massa dell'atomo di C (CO₂:C) è assunto pari a 3,66. Questo significa che per ogni tonnellata di carbonio immagazzinato nella biomassa viene sequestrato un equivalente di 3,66 tonnellate di CO₂.
- Per le aree considerate “*Terreni arabili in aree irrigue*” si è rivisto il documento “Realizzazione della carta dello stock di carbonio organico nei suoli italiani” fatto dalla *Soil partnership – Italia*¹² (2017), dove si sono sviluppati modelli di predizione dello stock di carbonio nei suoli italiani, e la corrispondente mappa di carbonio medio stoccato nel suolo a livello nazionale.

Successivamente, è stata stimata la variazione del tasso annuo di sequestro di carbonio per unità di superficie (ha) a seguito della conversione di uso del suolo in conseguenza alla realizzazione del progetto (es. da fasce forestate a superficie impermeabile) ed è stata quantificata la perdita nel sequestro di carbonio dovuto al progetto in tCO₂eq.

Per quanto riguarda la stima economica del servizio, è stato stimato il valore economico delle tonnellate di CO₂ perse annualmente dalla realizzazione del progetto. Il prezzo medio di una tonnellata di carbonio varia a seconda del mercato di riferimento. Alcuni prezzi di riferimento sono:

- 7,7€/tCO₂eq per progetti di compensazione internazionali (Ecosystem Marketplace, 2021);
- 17,8 €/tCO₂eq per progetti di rimozione della CO₂ (Partnership for Market Readiness, 2021)
- 88,9 €/tCO₂eq il prezzo corrente di una tonnellata nel mercato EU-ETS (Trading Economics, 2023)
- 100+ €/tCO₂eq se consideriamo i prezzi medi a cui sono venduti i progetti di riforestazione in Italia (<https://www.wownature.eu/>)

Considerando la variabilità di questi valori si è deciso di prendere un valore medio che fosse quanto più rappresentativo del valore del progetto pari a 60 €/tCO₂.

3.3.2 Risultati

Per quanto riguarda i risultati della stima biofisica, sia le aree a vegetazione boschiva con siepi e filari di alberi che i terreni agricoli svolgono un ruolo simile nello stoccaggio del carbonio e nel corrispondente stoccaggio della CO₂, sebbene con tassi di sequestro abbastanza diversi tra loro. La Tabella 4 descrive

¹² [Realizzazione della carta dello stock di carbonio organico nei suoli italiani](#)

la capacità di rimozione del carbonio per tipologia di uso del suolo in relazione allo scenario attuale, dove, per l'intera area di progetto, sono immagazzinate circa 49,51 tCO₂eq/anno, circa la metà delle quali immagazzinate da coperture arboree e arbustive, anche se la loro superficie è nettamente inferiore (6% del totale) rispetto a quella occupata dai terreni arabili (91%). Questi ultimi, nonostante la loro estensione nell'area di studio, assicurano un sequestro di carbonio ad ettaro inferiore rispetto alle aree a copertura forestale poiché si ipotizzano tassi annui molto bassi (0,51 tC/ha) di accumulo di carbonio nel suolo per ettaro.

Tabella 4. Capacità di rimozione del carbonio per classe di uso del suolo nello scenario di base.

Uso del suolo attuale (scenario base)	Area (ha)	tC/ha/anno	tCO ₂ eq/ha/anno	tCO ₂ eq/anno
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	0,95	6,73	24,63	23,35
Strutture residenziali isolate	0,37	0,00	0,00	0,00
Terreni arabili in aree irrigue	14,16	0,51	1,85	26,16
Totale complessivo	15,47	7,24	26,48	49,51

Come anticipato sopra, la capacità di rimozione del carbonio nello scenario di ampliamento del centro distribuzione merci è stata considerata nulla. In questo caso è stato infatti assunto un uso del suolo corrispondente ad "Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi" per tutta l'area, con tassi di sequestro di CO₂ pari a zero.

Tabella 5. Capacità di rimozione del carbonio per tipo di uso del suolo nello scenario di progetto.

Uso del suolo potenziale (scenario di progetto)	Area (ha)	tC/ha/anno	tCO ₂ eq/ha/anno	tCO ₂ eq/anno
Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	15,47	0,00	0,00	0,00

Infine, la Tabella 6 presenta i) i cambiamenti nell'uso del suolo dovuti all'implementazione del progetto, ii) la variazione stimata del tasso di sequestro del carbonio per categoria di conversione del suolo, sia per ettaro che annuale (-49,5 tCO₂/anno), e iii) il valore economico stimato della perdita del servizio di sequestro del carbonio (-2.970,82 €/anno).

Tabella 6. Area stimata, differenza nel sequestro di CO₂ e stima del valore economico

Conversione dell'uso del suolo	Area (ha)	Differenza nel sequestro unitario ($\Delta tCO_2/ha/anno$)	Differenza nel sequestro complessivo ($\Delta tCO_2/anno$)	Differenza nel valore economico (€/anno)
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione → Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	0,95	-24,63	-23,35	-1.401,06
Strutture residenziali isolate → Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	0,37	0,00	0,00	0,00
Terreni arabili in aree irrigue (biomassa vegetale inclusa) → Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	14,16	-1,85	-26,16	-1.569,76
Totale complessivo	15,47		-49,51	-2.970,82

3.4 Servizio di qualità dell'habitat

Il servizio ecosistemico di qualità dell'habitat per la biodiversità è stato stimato attraverso il software InVEST, individuato come un idoneo strumento di valutazione qualitativa.

3.4.1 Metodo di valutazione

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 sensibilità degli habitat alle stesse. La modellizzazione della qualità degli habitat consente agli utenti di confrontare diversi modelli spaziali corrispondenti a differenti scenari/progetti e identificare di conseguenza le aree in cui la conservazione avrà effetti più favorevoli per i sistemi naturali e proteggerà le specie minacciate o comunque di valore ecologico che in essi trovano il proprio habitat.

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 a ciascuna minaccia individuata; e la distanza degli habitat dalle relative fonti di minaccia che possono alterare lo stato di equilibrio proprio degli habitat stessi. La stima della qualità dell'habitat si è basata sulle classi di uso del suolo dell'area di studio e sulla loro interazione con le diverse minacce presenti nel contesto, tenendo conto della sensibilità a ciascuna minaccia identificata.

I dati per la creazione del dataset necessario a far funzionare il modello sono:

- la **mappa d'uso e copertura del suolo** (raster) dell'area di studio;
- la **mappa della minaccia** (raster) (una per ogni minaccia individuata. Va precisato che le minacce sono individuate in associazione a determinate categorie d'uso del suolo);
- 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 la sensibilità a ciascuna minaccia, intesa come impatto previsto delle minacce sull'uso del suolo in questione, secondo una scala definita.

Il modello genera, come output, una mappa che rappresenta la qualità degli habitat (**Habitat Quality**) per l'area di studio.

Dati di input

La **mappa raster d'uso del suolo** è stata costruita a partire dalla Carta dell'Uso del Suolo della provincia di Padova. Attraverso il software QGIS questa è stata ritagliata in modo da coprire l'intorno di 1 km del confine catastale dell'area di progetto, così da considerare il contesto e le minacce potenziali all'habitat fornito da questa area nel suo complesso, ivi comprese le possibili minacce presenti al di fuori dell'area di progetto ma che possono impattare sulla stessa (Figura 12).

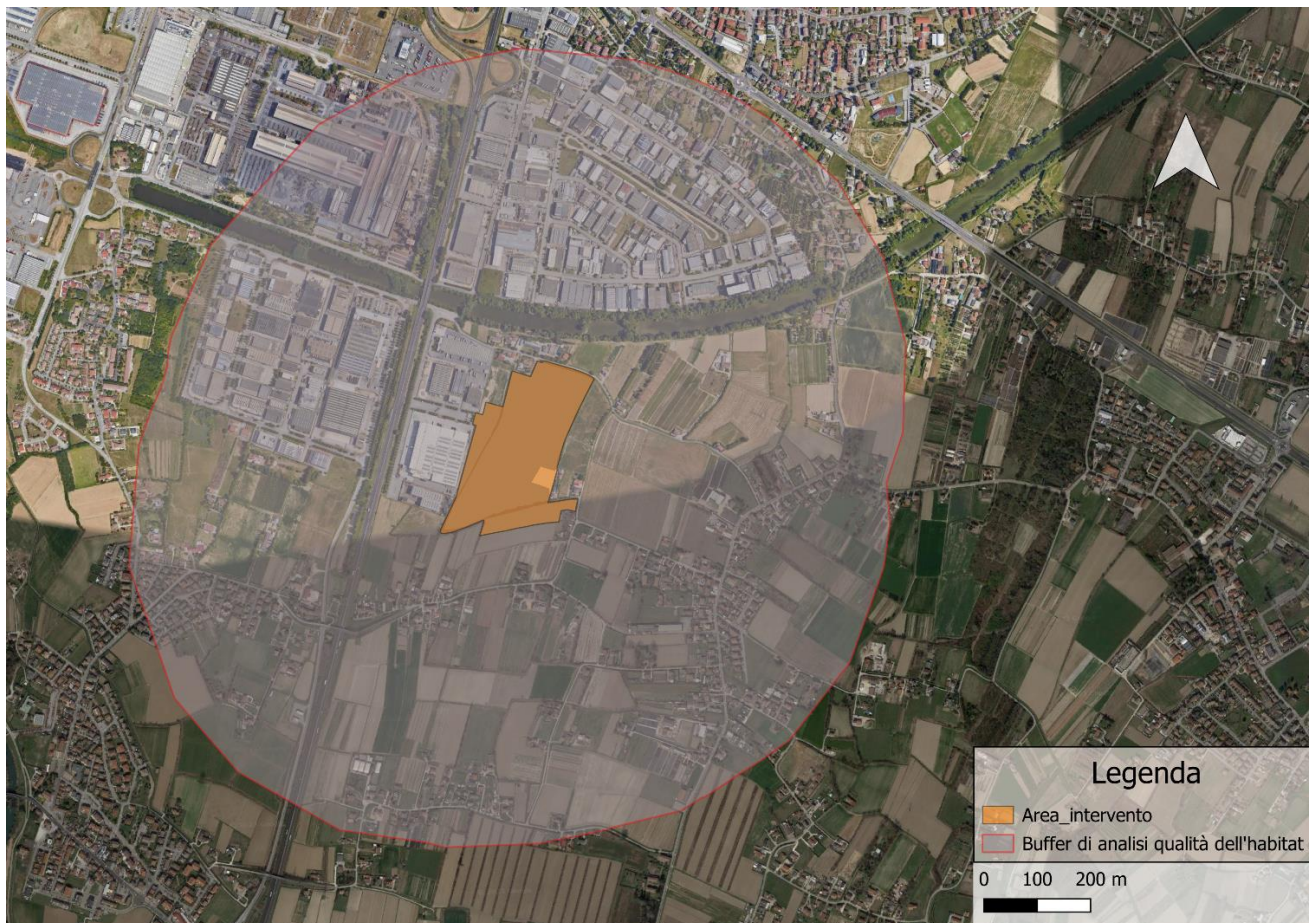


Figura 12. Perimetro di analisi per la scelta delle minacce: buffer di 1 km attorno all'area di progetto.

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

- **Strade principali:** raggruppando le strade a transito veloce e superfici annesse (autostrade, tangenziali)
- **Strade secondarie:** raggruppando la rete stradale secondaria con territori associati (strade regionali, provinciali, comunali ed altro)
- **Infrastrutture:** includendo le aree destinate ad attività industriali, aree sportive, cantieri, scuole, strutture residenziali isolate, tessuto urbano e ville venete.

In Tabella 7 sono riportati i dati utilizzati per la costruzione della **tabella delle minacce**, i cui valori sono stati assegnati sulla scorta di studi pregressi di natura simile e sulla base dell'esperienza professionale degli autori di questa indagine.

Tabella 7. Minacce individuate per la valutazione del servizio di qualità dell'habitat e relative caratteristiche

THREAT Minaccia	MAX_DIST Distanza massima (km)	WEIGHT Impatto (peso)	DECAY Tipo di decadenza dell'impatto
Strade principali	1	0.65	linear
Strade secondarie	0.6	0.4	linear
Infrastrutture	0.4	0.8	linear

La **tabella di sensibilità** degli habitat alle minacce (Tabella 8) è stata costruita assegnando a ogni classe d'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. Come nel caso della Tabella 8, anche qui i valori sono stati assegnati sulla scorta di studi pregressi di natura simile e sulla base dell'esperienza professionale degli autori di questa indagine.

Tabella 8. Punteggio della sensibilità di ogni habitat alle minacce individuate

LULC	NOME	HABITAT	Strade principali	Strade secondarie	Infrastrutture
1	Terreni arabili in aree irrigue	0.3	0.8	0.4	0.6
2	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	0.8	0.8	0.5	0.6
3	Strutture residenziali isolate	0	0	0	0

Valutazione economica del servizio ecosistemico

Il modello di InVEST non permette di per sé di attribuire un valore monetario alla biodiversità, così che, a valle dell'utilizzo del modello, si fatto ricorso alla metodologia del *Benefit transfer*. I valori economici utilizzati ai fini della stima del valore del servizio ecosistemico sono stati ricavati da Strollo *et al.* (2018). Nel dettaglio, sono stati calcolati valori medi unitari (€/m²) associati alla perdita del servizio ecosistemico in questione nei diversi casi di conversione/trasformazione d'uso del suolo indicati in sintesi in Tabella 9.

Utilizzando un approccio di *adjusted Benefit transfer*, 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 della mappa di qualità degli habitat. Tale indice è stato pertanto come coefficiente di adeguamento dei valori originali rispetto alle specificità del contesto d'indagine. Tutti i valori indicati devono considerarsi definiti su base annuale.

Tabella 9. 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)			Valore unitario (€/m ²)
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	→	Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	0,91
Terreni arabili in aree irrigue	→	Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	0,16
Strutture residenziali isolate	→	Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	0,00

3.4.2 Risultati

Si presenta di seguito la mappa di qualità degli habitat generata dal modello di InVEST per l'area di studio (Figura 13). I valori di qualità dell'habitat in questo caso variano tra 0 (qualità nulla, per la zona delle strutture residenziali isolate) e 0,4 per alcune parti delle Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione. Tenendo conto che l'indice varia da 0 a 1, i valori ottenuti possono essere considerati da bassi a medi, valore atteso tenendo conto del carattere comunque antropizzato dell'area nel suo complesso, nonché delle minacce per l'habitat attorno all'area di studio e della breve distanza che separa le prime dal secondo. La stima della perdita del valore del servizio ecosistemico all'interno dell'area di studio risulta essere pari a circa 4.000 €/anno.



Figura 13. Mappa di qualità dell'habitat riferita all'area di studio

3.5 Servizio di qualità paesaggistica

Questo servizio ecosistemico è stato stimato a partire dalle rilevazioni dello studio europeo “The Value of EU Agricultural Landscape” (Ciaian & Gomez y Paloma, 2011). Questa valutazione stima l’impatto visivo della perdita di paesaggi agrari europei, convertiti in altri usi del suolo. Si è assunto che dal punto di vista paesaggistico siano considerate “perse” le superfici agricole su cui insisterà l’ampliamento del centro distribuzione merci.

3.5.1 Metodo di valutazione

La metodologia adottata è quella del *Benefit transfer*. Lo studio di partenza, citato in precedenza, è consistito in un’analisi bibliografica effettuata nel 2009 e che ha permesso di mettere a sistema diversi studi esistenti per la stima del valore di conservazione del paesaggio agricolo a livello europeo. Gli studi considerati ricorrono in molti casi a metodologie approcci basati sulle preferenze rilevate, utilizzando sondaggi e altre forme di rilevamento per stimare la disponibilità a pagare (*willingness-to-pay*, WTP) per il paesaggio in questione da parte dei fruitori dello stesso o di un pubblico più ampio.

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

- Prati e colture permanenti (*Grassland and permanent crops*);
- Seminativi (*Arable land*).

In base alla classificazione della carta d’uso del suolo utilizzata, essendo l’area di progetto per lo più ricadente sugli attuali “Terreni arabili in aree irrigue” (circa 89% dell’area totale), si è fatto riferimento alla WTP calcolata per la tipologia seminativi. Il valore medio riportato per questa tipologia d’uso del suolo per l’Italia è di 207 €/ha/anno. Questo valore è stato moltiplicato per l’area di studio (15,4 ha) e adeguato ai prezzi correnti, inflazionati rispetto al 2009, mediante il calcolatore online del sito RIVALUTA.it¹³ che si basa sui valori delle più recenti pubblicazioni ISTAT.

3.5.2 Risultati

La WTP rivalutata per il periodo 2009-Agosto 2023 è di 255,56 €/ha/anno; moltiplicando questo valore per i 15,4 ha di superficie si ottiene un danno annuo, considerato come valore negativo nella fornitura del servizio ecosistemico analizzato, di 3.955 €/anno.

3.6 Sintesi dei risultati per tutti i servizi ecosistemici considerati

La Tabella 10 mostra una sintesi della valutazione biofisica ed economica per i cinque servizi ecosistemici selezionati. I dati economici sono restituiti sotto forma di visualizzazione grafica nella Figura 14.

¹³ RIVALUTA.it. Online: <https://www.rivaluta.it/calcolatore-inflazione.asp> (ultimo accesso: 05/10/2023).

Tabella 10. Riassunto con la valutazione dei cinque servizi ecosistemici

Servizio ecosistemico	Stima biofisica		Stima economica	Valore totale (€/ha/anno)
	Totale	Unità	Valore totale (€/anno)	
Regolazione del flusso d'acqua	5.909,73	m ³ /anno	85.414,43 €	5.546,39 €
Produzione agricola	148,66	ton di prodotto/anno	38.533,42 €	2.502,17 €
Qualità dell'habitat	0,1 (basso)	Indice da 0 a 1	4.000,00 €	259,74 €
Qualità paesaggistica	ND	ND	3.955,85 €	256,87 €
Stoccaggio e sequestro di carbonio	49,51	tonCO ₂ /anno	2.970,82 €	192,91 €
Totale			134.874,52 €	8.758,09 €

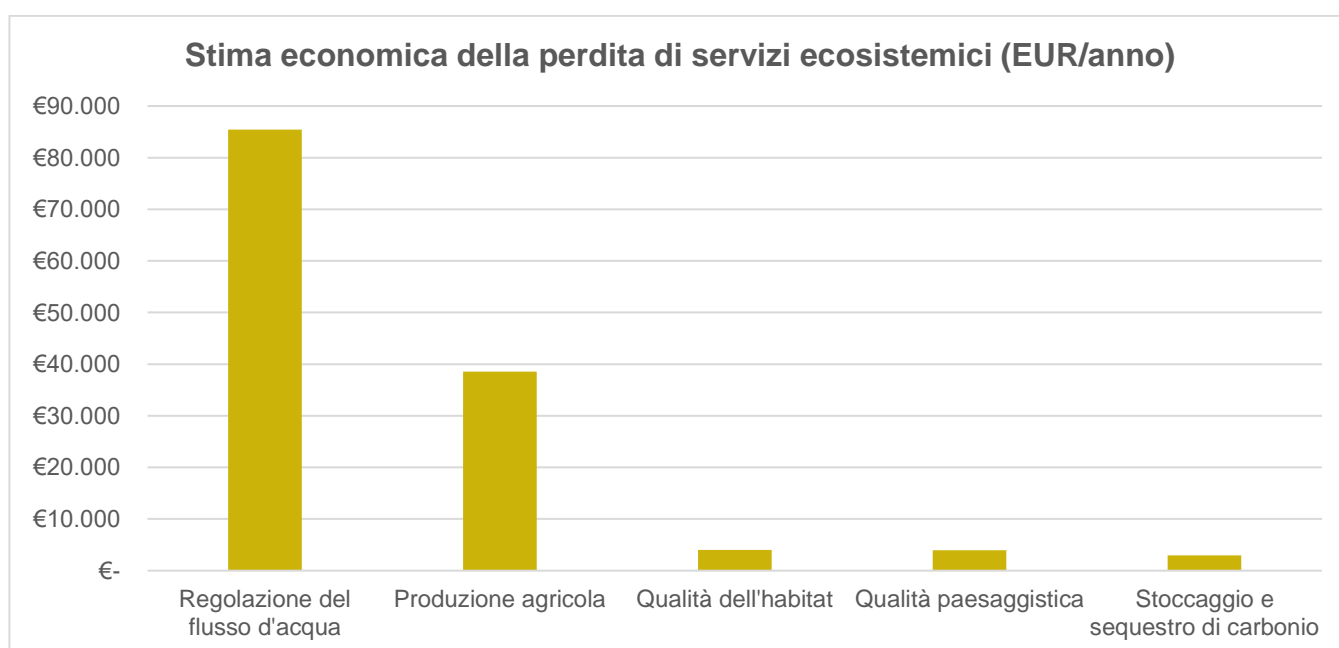


Figura 14. Grafico riassuntivo con la valutazione dei cinque servizi ecosistemici

4. Conclusioni

Nel presente rapporto è presentata la valutazione della perdita di servizi ecosistemici derivante dal consumo di suolo associato all'ampliamento del centro di distribuzione, per effetto della conversione di un'area attualmente ad uso agricolo di proprietà di Ali Spa adiacente all'attuale centro logistico dell'azienda in via Svezia nella zona industriale di Padova.

I risultati della valutazione della perdita dei servizi ecosistemici mostrano valori ampiamente variabili tra i servizi, oscillanti tra 2.970,82 €/anno per il servizio di stoccaggio e sequestro di carbonio e 85.414,43 €/anno per la Regolazione del flusso d'acqua, con un valore economico complessivo perso per la mancata erogazione di tali servizi pari a **134.874,55 €/anno**. Ciò equivale a un valore approssimativo per ettaro di **8.758 €/anno**.

I risultati della valutazione biofisica ed economica forniscono pertanto alcune indicazioni su quali possano essere i principali servizi ecosistemici da migliorare attraverso interventi compensativi, e quale

sia l'entità dell'alterazione causata dal progetto all'ecosistema, tanto in termini biofisici quanto in termini economici.

Appendice 1: Schede di interventi compensativi standard

Orti urbani condivisi

INFORMAZIONI GENERALI		
Nome	Orti urbani condivisi	
Nome in inglese	Community gardens	
Link	https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/urban-farming-and-gardening	
Descrizione	Le aree utilizzate per l'agricoltura e il giardinaggio urbano, se paragonate ai terreni asfaltati o pavimentati, hanno un contributo positivo all'adattamento al clima. Queste aree verdi possono essere ulteriormente adattate agli impatti climatici introducendo vegetazione e colture appropriate.	
Categoria	Orti comunitari	
Performance dei servizi ecosistemici di interesse	Stoccaggio e sequestro di carbonio	Bassa: L'agricoltura urbana contribuisce al sequestro dell'anidride carbonica rilasciata da attività svolte in contesto urbano. Produrre il proprio cibo entro i confini urbani significa evitare trasporti di lunga distanza. Allo stesso tempo la vegetazione presente negli orti urbani contribuisce, anche se in maniera minore rispetto agli alberi, al sequestro di anidride carbonica dall'atmosfera. (Fonte: Urban Nature Atlas, Una.city)
	Regolazione del flusso dell'acqua	Media: aumentando la presenza di vegetazione si aumenta l'evapotraspirazione e la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo, che a sua volta porta a un migliore adattamento alle esigenze future in termini di deflusso dell'acqua piovana. Tuttavia, l'effetto risulta più nel rallentamento che nello stoccaggio. Inoltre, come conseguenza dell'aumentata capacità di infiltrazione dell'acqua, è probabile che si verifichi un innalzamento della falda acquifera con conseguente miglioramento della resistenza alla siccità. (Fonte: climate-adapt.eea.europa.eu)
	Produzione agricola	Alta: l'agricoltura urbana aumenta la sicurezza alimentare e la fornitura di cibo soprattutto a beneficio dei gruppi socialmente ed economicamente più sfavoriti. Contribuisce inoltre a un'economia più sostenibile, creando prodotti a basso impatto ambientale in un contesto di inclusività sociale. (Fonte: climate-adapt.eea.europa.eu)
	Qualità degli habitat	Alta: L'agricoltura e il giardinaggio urbano possono attirare diverse specie faunistiche e quindi possono contribuire all'aumento della biodiversità locale. (Fonte: climate-adapt.eea.europa.eu)
	Qualità paesaggistica	Media: Il beneficio estetico, anche se presente, non è massimizzato. Dal punto di vista culturale, invece, gli orti urbani hanno un importante ruolo sociale ed educativo. (Fonte: climate-adapt.eea.europa.eu)
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Non richiedono manutenzione perché sono gestiti dai residenti • Promuovono coesione sociale 	
Contro	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilità della terra • Necessità idriche potenzialmente elevate • Uso di pesticidi con possibili effetti ambientali negativi 	

Dimensioni e spazio richiesti		Secondo il Regolamento Comunale di Padova per l'assegnazione e la gestione degli orti urbani (2019), gli orti e giardini condivisi devono avere una superficie agricola superiore a 150 m ² .
Baseline intervento		Terreno a seminativo
Servizi ecosistemici generati (baseline)	Sequestro di carbonio	0 tCO ₂ /ha/anno
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 337 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 4.876 €/ha/anno
	Produzione agricola	Valore biofisico: 7,6 t/ha/anno
		Valore economico: 2.422 €/ha/anno
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,2 (indice da 0 a 1)
Valore economico: 320 €/ha/anno		
Qualità paesaggistica	ND	
Servizi ecosistemici generati (post intervento)	Sequestro di carbonio	ND / Irrilevante
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 361 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 5.222 €/ha/anno
	Produzione agricola	Valore biofisico: 42,7 t/ha/anno
		Valore economico: 93.577 €/ha/anno
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,3 (indice da 0 a 1)
Valore economico: 480 €/ha/anno		
Qualità paesaggistica	Valore economico: 256 - 630 €/ha/anno ¹⁴	
Costi (senza IVA del 22%)¹⁵	Installazione	46 €/m ²
Esempio	Esempio 1	https://www.padovanet.it/piano-del-verde-comunale/16_ALL-07_AgricolturaUrbana.pdf?fbclid=IwAR35U6pJ9Mqd8Ug6Au0ByzvopSM6bYjv3FV_kHL8xgBYD5meAaD-e0m9s8w
	Esempio 2	https://www.ortigenerali.it/

BIBLIOGRAFIA

Regolamento Comunale per l'assegnazione e la gestione degli orti urbani (2019). Settore verde, parchi e agricoltura urbana. Comune di Padova. Disponibile su: <https://www.padovanet.it/>

Masiero, M., Amato, G., Murgese, D., Perino, M., Allocco, M., Cimini, M. (2021). A1.2 - Relazione tecnica. Elaborazione di una cartografia tematica relativa ai servizi ecosistemici analizzati, comprensiva di relazione tecnica, ed individuazione su cartografia delle possibili soluzioni.

¹⁴Questo intervallo varia tra i valori della disponibilità a pagare per la conservazione dei paesaggi agricoli (minimo) e altri paesaggi nell'ambito di soluzioni basate sulla natura (massimo). Fonti: (1) Ciaian, P., & Gomez y Paloma, S. (2011, July). The value of EU agricultural landscape. In Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburg, Pennsylvania; (2) Bockarjova, M., & BOTZEN, W. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS. Deliverable 3.2 of the project NATURVATION (grant no 730243) of the Horizon.

¹⁵ i costi riportati sono stati specificati dall'Amministrazione Comunale in base a concrete esperienze sito-specifiche.

SITOGRAFIA

<https://una.city/>

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

Foreste urbane

INFORMAZIONI GENERALI		
Nome	Foreste urbane	
Nome in inglese	Urban forests	
Link	http://nwrn.eu/measure/urban-forest-parks	
Descrizione	Parchi e foreste urbane costituiscono corridoi verdi in grado di assicurare moltissimi benefici in relazione a rischi climatici e non solo. Possono essere progettati in diverse forme, a seconda delle priorità date ai benefici da ottenere. Normalmente le forme più efficaci prevedono l'impianto di alberi su un'area mediamente grande. Inoltre, i parchi possono ospitare a loro volta specifiche misure aggiuntive, come i bacini di infiltrazione e le pavimentazioni permeabili.	
Categoria	Parchi e foreste urbane	
Performance dei servizi ecosistemici di interesse	Stoccaggio e sequestro di carbonio	Alta: le foreste assorbono anidride carbonica che viene sequestrata e mantenuta a lungo in foresta, dal momento che, trattandosi di foreste urbane, sono soggette a interventi e forme di gestione blandi e, in particolare, i tagli sono di lieve entità. Inoltre, così come rilevato da Escobedo <i>et al.</i> (2011), l'azione di sequestro aumenta la sostanza organica nel suolo. (Fonte: nwrn.eu)
	Regolazione del flusso dell'acqua	Media: a causa della maggiore capacità di infiltrazione dei suoli sotto le foreste rispetto ai suoli sotto coperture agricole o urbane, i parchi urbani possono avere una capacità significativa di immagazzinare il deflusso idrico. Le velocità di flusso più lente, il contenuto di materia organica più alto e la porosità più elevata contribuiscono ad aumentare la ritenzione idrica del suolo nei suoli forestali. Le foreste possono anche avere una maggiore evapotraspirazione e capacità di intercettazione delle precipitazioni rispetto ad altri tipi di vegetazione, il che significa che una frazione maggiore delle precipitazioni in arrivo è restituita all'atmosfera. (Fonte: nwrn.eu)
	Produzione agricola	Bassa: la produzione di cibo è legata alla presenza di piante che producono prodotti forestali non legnosi, come funghi, tartufi, semi e frutti commestibili di specie erbacee e arboree forestali, erbe aromatiche, miele ecc. Tuttavia, la fornitura di questo tipo di prodotti rimane molto contenuta e dipende dal contesto. Produzione potenziale di biomassa a uso energetico o altro uso – es. pacciamatura: legna da ardere o cippato da ramaglie, potature ed eventuali piante rimosse.
	Qualità degli habitat	Alta: in ambiente urbano, le foreste possono essere oasi di biodiversità, fornendo habitat per numerose specie. Tale aspetto viene enfatizzato se si usano specie native. (Fonte: nwrn.eu)
	Qualità paesaggistica	Alta: Le foreste hanno un alto valore estetico e culturale. I parchi forestali nelle città europee sono componenti importanti dell'identità culturale regionale e la presenza di alberi può fornire un prezioso contrasto alle infrastrutture grigie. Oltre ciò tali aree offrono opportunità ricreative e altri benefici culturali e di inclusione sociale. (Fonte: nwrn.eu)
Pro	<ul style="list-style-type: none"> Variabilità di forme che si adattano allo spazio disponibile e alla funzionalità richiesta 	

		<ul style="list-style-type: none"> Numerosi co-benefici di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico, miglioramento della qualità dell'aria e mitigazione dell'effetto isola di calore
Contro		<ul style="list-style-type: none"> Si potrebbe percepire la fornitura di disservizi (es. pericolosità di notte) Valutare attentamente il costo opportunità per la realizzazione (essendo soluzioni che sostituiscono il precedente uso del suolo) Serve una manutenzione importante
Dimensioni e spazio richiesti		Secondo la definizione classica adottata dall'Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura delle Nazioni Unite (FAO), la superficie minima di una foresta è 0,5 ha. Non vi sono tuttavia requisiti minimi di superficie per l'ottenimento di benefici. È importante però ricordare che aree verdi forestate di maggiori dimensioni genereranno maggiori benefici ambientali.
Baseline intervento		Terreno incolto
Servizi ecosistemici generati (baseline)	Sequestro di carbonio	0 tCO ₂ /ha/anno
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 266 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 3.851 €/ha/anno
	Produzione agricola	0 t/ha/anno
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,3 (indice da 0 a 1)
Valore economico: 30 €/ha/anno		
Qualità paesaggistica	ND	
Servizi ecosistemici generati (post intervento)	Sequestro del carbonio (T=30 anni)	Valore biofisico: 22,7 tCO ₂ /ha/anno ¹⁶
		Valore economico: 1362 €/ha/anno
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 437 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 6.317 €/ha/anno
	Produzione agricola	ND / irrilevante
Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,9 (indice da 0 a 1)	
	Valore economico: 8.190 €/ha/anno	
Qualità paesaggistica	256 - 630 €/ha/anno ¹⁷	
Costi (senza IVA del 22%)¹⁸	Installazione	5 €/m ²

¹⁶ Dati visionabili in Appendice 2. Fonti: Mokany et al., 2006; Lamtom and Savidge, 2003

¹⁷ Questo intervallo varia tra i valori della disponibilità a pagare per la conservazione dei paesaggi agricoli (minimo) e altri paesaggi nell'ambito di soluzioni basate sulla natura (massimo). Fonti: (1) Ciaian, P., & Gomez y Paloma, S. (2011, July). The value of EU agricultural landscape. In Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburg, Pennsylvania; (2) Bockarjova, M., & BOTZEN, W. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS. Deliverable 3.2 of the project NATURVATION (grant no 730243) of the Horizon.

¹⁸ i costi riportati sono stati specificati dall'Amministrazione Comunale in base a concrete esperienze sito-specifiche.



Esempio	Esempio 1	https://www.wownature.eu/boschi-urbani-padova-o2/
	Esempio 2	http://nwrn.eu/index.php/measures-catalogue

BIBLIOGRAFIA

- Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011). Urban forests and pollution mitigation: analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, 159(8), 2078-2087.
- Lamlom, S. H., & Savidge, R. A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy*, 25(4), 381-388.
- Mokany, K., Raison, R. J., & Prokushkin, A. S. (2006). Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. *Global change biology*, 12(1), 84-96.
- Masiero, M., Amato, G., Murgese, D., Perino, M., Allocco, M., Cimini, M. (2021). A1.2 - Relazione tecnica. Elaborazione di una cartografia tematica relativa ai servizi ecosistemici analizzati, comprensiva di relazione tecnica, ed individuazione su cartografia delle possibili soluzioni per sviluppare o implementare i servizi ecosistemici nelle aree ad alto rischio climatico. Servizio di valutazione dei servizi ecosistemici nel territorio di Torino. Città di Torino.

Aumento del verde urbano

INFORMAZIONI GENERALI		
Nome	Aumento del verde urbano	
Nome in inglese	Enhancement of urban green areas	
Link	http://nwrn.eu/measure/trees-urban-areas	
Descrizione	L'intervento prevede la rimozione di superfici impermeabili in aree urbane come parcheggi, rotatorie, strade, e il conseguente impianto di alberi pronto effetto. L'intervento rientra nella più ampia categoria delle infrastrutture verdi nelle strutture urbane (infrastrutture grigie) che può riguardare anche interventi come l'edificazione di passerelle pedonali o ciclovie alberate le quali oltre a produrre numerosi benefici sulla viabilità e fruibilità delle aree possiedono anche un alto valore paesaggistico. Gli alberi nelle aree urbane possono avere molteplici benefici legati all'estetica, alla regolazione del microclima e all'idrologia urbana. Gli alberi urbani possono anche essere importanti rifugi per la biodiversità e contribuire a ridurre l'inquinamento atmosferico da particolato fine.	
Categoria	Componenti verdi nelle strutture urbane	
Performance dei servizi ecosistemici di interesse	Stoccaggio e sequestro di carbonio	Alta: Gli alberi urbani possono essere localmente importanti per l'assorbimento e stoccaggio della CO ₂ . I singoli alberi urbani, se considerati nell'insieme, possono avere un impatto rilevante sul mitigamento dei gas serra delle città. (Fonte: nwrn.eu)
	Regolazione del flusso dell'acqua	Media: Gli alberi intercettano le precipitazioni, riducendo la quantità di pioggia che deve essere recepita e trattata dalla rete fognaria e da altre infrastrutture di trasporto dell'acqua. L'area attorno agli alberi urbani può anche avere una maggiore capacità di infiltrazione rispetto alle superfici impermeabili che spesso si trovano nelle aree urbane. Anche gli alberi traspirano, il che secca il terreno e dà una maggiore capacità di immagazzinamento delle precipitazioni. (Fonte: nwrn.eu)
	Produzione agricola	Bassa: La produzione agricola risulta limitata all'utilizzo di specie arboree da frutto, tuttavia a queste sono normalmente preferite altre specie, per evitare la generazione di rifiuti organici che potrebbero lordare/rovinare infrastrutture stradali o urbane in genere, con conseguenti disagi e maggiori costi di pulizia/manutenzione. (Fonte: Caneva <i>et al.</i> 2020)
	Qualità degli habitat	Alta: Gli alberi nelle aree urbane, soprattutto quelli più grandi e più vecchi, hanno grandi benefici per la biodiversità (Ferenc <i>et al.</i> 2014). Essi offrono habitat che diversamente potrebbe non essere disponibili nelle aree urbane, soprattutto a vantaggio di uccelli ed eventualmente piccoli mammiferi o microfauna. Possono essere assunti anche benefici per la biodiversità per gli insetti e i licheni. (Fonte: nwrn.eu)
	Qualità paesaggistica	Alta: Gli alberi nelle aree urbane possono avere un alto valore estetico. Essi possono costituire un elemento importante della pianificazione e del design urbano e possono migliorare notevolmente l'estetica degli ambienti urbani. (Fonte: nwrn.eu)
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Si inseriscono bene negli spazi vuoti intorno alle infrastrutture 	
Contro	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenzione (anche per ragioni di sicurezza) 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Possibili problemi di accettabilità sociale a fronte di interventi di eliminazione, sostituzione o manutenzione più "energica" (es. potature, tagli per ragioni fitosanitarie o di stabilità ecc.) • Possibili danni a manto stradale causati dalle radici, occlusione di tombini per caduta di foglie, aghi, frutti ecc. • Rischi per la circolazione
Dimensioni e spazio richiesti		<p>Lo spazio richiesto per gli alberi urbani dipenderà dalle dimensioni della loro chioma e dell'apparato radicale. Mentre la dimensione della chioma può essere gestita attraverso la potatura, l'apparato radicale degli alberi urbani è potenzialmente esteso e può causare danni alle infrastrutture sotterranee esistenti o costituire una barriera allo sviluppo di infrastrutture future. (Fonte: nwrn.eu)</p>
Baseline intervento		Superficie impermeabile (es. parcheggi, strade, rotonde ecc.)
Servizi ecosistemici generati (baseline)	Sequestro del carbonio	0 tCO ₂ /albero/anno
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 57 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 831 €/ha/anno
	Produzione agricola	0 t/ha/anno
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0 (indice da 0 a 1)
Valore economico: 0 €		
Qualità paesaggistica	ND	
Servizi ecosistemici generati (post intervento)	Sequestro del carbonio (T=30 anni)	Valore biofisico: 0,026 tCO ₂ /albero/anno ¹⁹ ; 1,56 tCO ₂ /ha/anno (considerati 60 alberi /ha)
		Valore economico: 1,56 €/albero/anno; 93,6 €/ha/anno (considerati 60 alberi /ha)
	Ruscellamento evitato (T=30 anni)	Valore biofisico: 0,372 m ³ /albero/anno ²⁰ ; 22,32 m ³ /ha/anno (considerati 60 alberi /ha)
		Valore economico: ND
	Produzione agricola	ND / irrilevante
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,6 (indice da 0 a 1)
Valore economico: 1.380 €		
Qualità paesaggistica	256 - 630 €/ha/anno ²¹	
Costi (senza IVA)	Installazione (riferita al componente del verde)	35 €/m ²

¹⁹ Dati ricavati da Piano del Verde del Comune di Padova 2022. In Appendice 3.

²⁰ Dati ricavati da Piano del Verde del Comune di Padova 2022. In Appendice 3.

²¹ Questo intervallo varia tra i valori della disponibilità a pagare per la conservazione dei paesaggi agricoli (minimo) e altri paesaggi nell'ambito di soluzioni basate sulla natura (massimo). Fonti: (1) Ciaian, P., & Gomez y Paloma, S. (2011, July). The value of EU agricultural landscape. In Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburg, Pennsylvania; (2) Bockarjova, M., & BOTZEN, W. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS. Deliverable 3.2 of the project NATURVATION (grant no 730243) of the Horizon.



del 22%) ²²	Depavimentazione	110 €/m ²
Esempio	Esempio 1	https://una.city/nbs/krakow/100-trees-and-100-bushes-podgorze-district
	Esempio 2	https://padova10000alberi.it/

BIBLIOGRAFIA

Caneva, G., Bartoli, F., Zappitelli, I. *et al.* Street trees in italian cities: story, biodiversity and integration within the urban environment. *Rend. Fis. Acc. Lincei* 31, 411–417 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12210-020-00907-9>

Ferenc, M., Sedláček, O., & Fuchs, R. (2014). How to improve urban greenspace for woodland birds: site and local-scale determinants of bird species richness. *Urban Ecosystems*, 17(2), 625-640.

Piano del Verde del Comune di Padova (2022). Capitolo 05: Servizi Ecosistemici. Disponibile su: <https://www.padovanet.it/piano-del-verde-comunale/>

Masiero, M., Amato, G., Murgese, D., Perino, M., Allocco, M., Cimini, M. (2021). A1.2 - Relazione tecnica. Elaborazione di una cartografia tematica relativa ai servizi ecosistemici analizzati, comprensiva di relazione tecnica, ed individuazione su cartografia delle possibili soluzioni per sviluppare o implementare i servizi ecosistemici nelle aree ad alto rischio climatico. Servizio di valutazione dei servizi ecosistemici nel territorio di Torino. Città di Torino.

SITOGRAFIA

<http://nwrn.eu/index.php/measures-catalogue>

²² i costi riportati sono stati specificati dall'Amministrazione Comunale in base a concrete esperienze sito-specifiche

Fasce tampone e siepi campestri

INFORMAZIONI GENERALI		
Nome	Fasce tampone e siepi campestri	
Nome in inglese	Buffer strips and hedges	
Link	http://nwrn.eu/measure/buffer-strips-and-hedges	
Descrizione	Le fasce tampone sono aree di copertura vegetale naturale (erba, cespugli o alberi) ai margini di campi, seminativi, infrastrutture di trasporto, corsi d'acqua ecc. Possono essere situate nelle zone ripariali o lontano da corpi idrici, come ad esempio lungo i margini dei campi. Grazie alla loro vegetazione permanente, offrono buone condizioni per un'efficace infiltrazione dell'acqua e un rallentamento del flusso superficiale. Possono anche ridurre significativamente la quantità di solidi sospesi, nitrati e fosfati derivanti dal deflusso agricolo.	
Categoria	Sistemi agro-forestali	
Performance dei servizi ecosistemici di interesse	Stoccaggio e sequestro di carbonio	Media: Le fasce tampone possono aumentare l'assorbimento della CO ₂ attraverso l'incremento della biomassa e la riduzione di emissioni dal suolo. (Fonte: nwrn.eu)
	Regolazione del flusso dell'acqua	Media: Borin <i>et al.</i> (2010) riportano uno studio condotto a Padova, nel quale una fascia tampone più ampia di 6 metri di alberi e arbusti riduce il deflusso idrico del 78% rispetto all'assenza di fascia tampone. Tale deflusso evitato è stato stimato pari a una profondità di deflusso di 231 mm in 5 anni. L'intercettazione del deflusso proveniente dall'esterno comporta anche una maggiore infiltrazione, aiutata dalla struttura dell'apparato radicale e dalla migliore struttura dei suoli in corrispondenza delle fasce tampone. Tuttavia, ciò dipende dalla dimensione relativa della fascia tampone. (Fonte: nwrn.eu)
	Produzione agricola	Bassa: Le fasce tampone possono fornire una serie di vantaggi alle colture adiacenti (es. habitat per impollinatori e predatori di parassiti, riduzione del deflusso, riduzione dell'erosione dovuta a vento e acqua, barriera con agenti di disturbo biotici e abiotici) e aumentarne la produttività. Produzione potenziale di biomassa a uso energetico o altro uso – es. pacciamatura: legna da ardere o cippato da ramaglie, potature ed eventuali piante rimosse. (Fonte: nwrn.eu)
	Qualità degli habitat	Bassa: È possibile gestire le fasce tampone (regimi di taglio, ecc.) per fornire habitat per numerose specie vegetali e animali. Inoltre, contribuiscono alla connettività tra gli habitat. (Fonte: nwrn.eu)
	Qualità paesaggistica	Bassa: Il valore estetico risulta superiore a quello di un semplice terreno agricolo per la presenza di vegetazione arborea. Il valore è comunque altamente dipendente dalla dimensione delle fasce, dalle specie arboree impiegate e dalla gestione adottata.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Possono essere integrate nella gestione agricola 	
Contro	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacia dubbia nel lungo termine se la progettazione e la manutenzione non sono correttamente pianificati 	
Dimensioni e spazio richiesti	Le dimensioni differiscono in base alla posizione e al tipo di vegetazione impiegata. La larghezza varia di norma da 0,6 a 20 m.	

		L'efficacia di una particolare fascia tampone dipenderà in ogni caso dalla sua progettazione e dalle condizioni di contesto. (Fonte: nwrn.eu)
Baseline intervento		Terreno incolto
Servizi ecosistemici generati (baseline)	Sequestro del carbonio	ND / Irrilevante
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 266 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 3.851 €/ha/anno
	Produzione agricola	0 t/ha/anno
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,3 (indice da 0 a 1)
		Valore economico: 30 €/ha/anno
Qualità paesaggistica	ND	
Servizi ecosistemici generati (post intervento)	Sequestro del carbonio (T=30 anni)	Valore biofisico (per metro lineare di siepe larga 5 m): 0,01 tCO ₂ /m/anno (20 tCO ₂ /ha/anno) ²³
		Valore economico: 0,6 €/m/anno (1200 €/ha/anno)
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 437 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 6.317 €/ha/anno
	Produzione agricola	ND / irrilevante
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,6 (indice da 0 a 1)
Valore economico: 1.495 €/ha/anno		
Qualità paesaggistica	256 - 630 €/ha/anno ²⁴	
Costi (senza IVA del 22%)²⁵	Installazione	5 €/m ²
Esempio	Esempio 1	http://www.bbc.co.uk/nature/habitats/hedge
	Esempio 2	https://www.padovanet.it/piano-del-verde-comunale/16_ALL-07_AgricolturaUrbana.pdf?fbclid=IwAR35U6pJ9Mqd8Uq6Au0ByzvopSM6bYjv3FV_kHL8xgBYD5meAaD-e0m9s8w

BIBLIOGRAFIA

Borin M, Passoni M, Thiene M and Tempesta T (2010) Multiple functions of buffer strips in farming areas, *European Journal of Agronomy* 32: 103-111.

Lamlom, S. H., & Savidge, R. A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy*, 25(4), 381-388.

²³ Dati visionabili in Appendice 2. Fonti: Mokany et al., 2006; Lamlom and Savidge, 2003

²⁴ Questo intervallo varia tra i valori della disponibilità a pagare per la conservazione dei paesaggi agricoli (minimo) e altri paesaggi nell'ambito di soluzioni basate sulla natura (massimo). Fonti: (1) Ciaian, P., & Gomez y Paloma, S. (2011, July). The value of EU agricultural landscape. In *Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting*, Pittsburg, Pennsylvania; (2) Bockarjova, M., & BOTZEN, W. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS. Deliverable 3.2 of the project NATURVATION (grant no 730243) of the Horizon.

²⁵ i costi riportati sono stati specificati dall'Amministrazione Comunale in base a concrete esperienze sito-specifiche

Mokany, K., Raison, R. J., & Prokushkin, A. S. (2006). Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. *Global change biology*, 12(1), 84-96.

European Commission (2006) Impact Assessment of the Thematic Strategy on Soil Protection, Commission Staff Working Paper SEC(2006)620 http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/SEC_2006_620.pdf

SITOGRAFIA

<http://nwrn.eu/index.php/measures-catalogue>

Aree umide di infiltrazione

INFORMAZIONI GENERALI		
Nome	Aree umide di infiltrazione	
Nome in inglese	Infiltration basins	
Link	http://nwrn.eu/measure/infiltration-basins	
Descrizione	Le aree umide di infiltrazione (o bacini di infiltrazione) sono depressioni vegetate, progettate per trattenere il deflusso da superfici impermeabili, consentire la sedimentazione dei sedimenti e degli inquinanti associati e consentire all'acqua di infiltrarsi nei suoli sottostanti e nelle acque sotterranee. I bacini di infiltrazione sono asciutti, tranne nei periodi di forti piogge, e possono svolgere altre funzioni (ad esempio ricreative). Sono ideali per essere utilizzati come campi da gioco, aree ricreative o spazi pubblici all'aperto. Possono essere piantati con alberi, arbusti e altre piante, migliorandone l'aspetto visivo e fornendo habitat per la fauna selvatica.	
Categoria	Aree verdi per la gestione delle acque	
Performance dei servizi ecosistemici di interesse	Stoccaggio e sequestro di carbonio	Bassa: La creazione di un bacino di infiltrazione in un'area altrimenti priva di vegetazione comporta un aumento localizzato dell'assorbimento di CO ₂ , in particolare se è inclusa vegetazione arborea. (Fonte: nwrn.eu)
	Regolazione del flusso dell'acqua	Alta: I bacini di infiltrazione infiltrano l'acqua nel terreno. Hanno quindi un ruolo importante da questo punto di vista, anche se la quantità infiltrata può variare in funzione delle caratteristiche e dimensioni del bacino. L'utilizzo all'interno di sistemi di drenaggio può favorire la ricarica della falda laddove superfici artificiali avrebbero invece favorito il deflusso superficiale. I bacini di infiltrazione contribuiscono inoltre a ridurre il volume e il tasso di deflusso superficiale, in particolare dalle superfici artificiali. (Fonte: nwrn.eu)
	Produzione agricola	Bassa: Non si riscontrano possibili benefici sulla produzione di cibo.
	Qualità degli habitat	Media: In quanto aree verdi, i bacini possono contribuire alla conservazione della biodiversità, con impatti variabili in relazione alle caratteristiche, ubicazione e dimensioni di ciascun bacino. L'entità di tale impatto dipende, inoltre, dall'umidità del suolo e dalla scelta delle specie vegetali. Anche se il contributo di singoli bacini può essere limitato, la formazione di reti ecologiche e corridoi verdi fanno dei bacini un importante contributo alla biodiversità. (Fonte: nwrn.eu)
	Qualità paesaggistica	Media: La creazione di aree verdi contribuisce al miglioramento del paesaggio urbano e alla qualità estetica dello stesso, oltre a fornire altri possibili benefici di carattere culturale (es. opportunità di ricreazione). (Fonte: nwrn.eu)
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Multifunzionalità che permette di valorizzare numerosi servizi ecosistemici contemporaneamente 	
Contro	<ul style="list-style-type: none"> • Rischio di infiltrazione di acque sotterranee inquinate, quindi può essere necessario un pretrattamento in alcune aree • Favoriscono la presenza di zanzare 	
Dimensioni e spazio richiesti	I bacini di infiltrazione dovrebbero essere progettati per trattare il deflusso di un'area di drenaggio di dimensioni ridotte poiché l'uso	

		per aree di drenaggio più grandi può comportare maggiori rischi di carico di sedimento eccessivo che ridurranno l'efficacia del bacino. La dimensione dipende da diversi fattori come la topografia, l'effettiva area contribuyente e il rapporto tra acqua in entrata ed uscita. (Fonte: nwrn.eu)
Baseline intervento		Terreno incolto
Servizi ecosistemici generati (baseline)	Sequestro del carbonio	0 tCO ₂ /ha/anno
	Infiltrazione acqua	Valore biofisico: 266 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 3.851 €/ha/anno
	Produzione agricola	0 t/ha/anno
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,3 (indice da 0 a 1)
		Valore economico: 30 €/ha/anno
Qualità paesaggistica	ND	
Servizi ecosistemici generati (post intervento)	Sequestro del carbonio	ND / irrilevante
	Infiltrazione acqua ²⁶	Valore biofisico: 437 m ³ /ha/anno
		Valore economico: 6.317 €/ha/anno
	Produzione agricola	ND / irrilevante
	Qualità degli habitat	Valore biofisico: 0,8 (indice da 0 a 1)
		Valore economico: 7.280 € €/ha/anno
Qualità paesaggistica	256 - 630 €/ha/anno ²⁷	
Costi (senza IVA del 22%)²⁸	Installazione	40 €/m ²
Esempio	Esempio 1	https://oppla.eu/casestudy/29255
	Esempio 2	https://www.padovanet.it/piano-del-verde-comunale/3_ALL-02_CittaSpugna.pdf

BIBLIOGRAFIA

Masiero, M., Amato, G., Murgese, D., Perino, M., Allocco, M., Cimini, M. (2021). A1.2 - Relazione tecnica. Elaborazione di una cartografia tematica relativa ai servizi ecosistemici analizzati, comprensiva di relazione tecnica, ed individuazione su cartografia delle possibili soluzioni per sviluppare o implementare i servizi ecosistemici nelle aree ad alto rischio climatico. Servizio di valutazione dei servizi ecosistemici nel territorio di Torino. Città di Torino.

²⁶ Stima basata su categoria di uso del suolo definita come "stagni di ritenzione" che potrebbe portare ad una sottostima significativa del valore reale dei benefici in questione.

²⁷ Questo intervallo varia tra i valori della disponibilità a pagare per la conservazione dei paesaggi agricoli (minimo) e altri paesaggi nell'ambito di soluzioni basate sulla natura (massimo). Fonti: (1) Ciaian, P., & Gomez y Paloma, S. (2011, July). The value of EU agricultural landscape. In Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburg, Pennsylvania; (2) Bockarjova, M., & BOTZEN, W. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS. Deliverable 3.2 of the project NATURVATION (grant no 730243) of the Horizon.

²⁸ i costi riportati sono stati specificati dall'Amministrazione Comunale in base a concrete esperienze sito-specifiche

SITOGRAFIA

<http://nwrn.eu/index.php/measures-catalogue>

Salvo laddove diversamente specificato, la valutazione dei servizi ecosistemici generati nelle schede degli interventi compensativi ha seguito le linee guida proposte nella metodologia per la valutazione del valore biofisico ed economico della perdita dei servizi ecosistemici.

Appendice 2: Foglio di calcolo sequestro CO₂ per interventi di riforestazione

Age of the project	Broadleaved reforestation															
	Annual increment in volume (m3/ha/y)	Cumulative volume (m3/ha)	BCEF (t/m3)	Aboveground Biomass (t/ha)	Root to shoot ratio (t roots/t shoot)	Belowground biomass (t/ha)	Total Biomass Above + Below (t/ha)	Carbon Fraction of forest biomass (tC/tBiomass)	Total Carbon Sequestration (tC/ha)	C to CO2 ratio	Total CO2 Sequestration (tCO2/ha)	Project emission (tCO2/ha)	Leakage Emissions (tCO2/ha)	Baseline Carbon Stock (tCO2/ha)	Buffer 10% (tCO2/ha)	Total VCUs (tCO2/ha)
1	14	10,0	0,8000	8,0	0,460	3,6800	11,68	0,48	5,6	3,67	20,6	0,0	0,0	0,0	2,1	18,5
2	14	24,0	0,8000	19,2	0,460	8,8320	28,03	0,48	13,5	3,67	49,3	0,0	0,0	0,0	4,9	44,4
3	14	38,0	0,8000	30,4	0,460	13,9840	44,38	0,48	21,3	3,67	78,1	0,0	0,0	0,0	7,8	70,3
4	14	52,0	0,8000	41,6	0,460	19,1360	60,74	0,48	29,2	3,67	106,9	0,0	0,0	0,0	10,7	96,2
5	14	66,0	0,8000	52,8	0,460	24,2880	77,09	0,48	37,0	3,67	135,7	0,0	0,0	0,0	13,6	122,1
6	14	80,0	0,8000	64,0	0,460	29,4400	93,44	0,48	44,9	3,67	164,5	0,0	0,0	0,0	16,4	148,0
7	14	94,0	0,8000	75,2	0,460	34,5920	109,79	0,48	52,7	3,67	193,2	0,0	0,0	0,0	19,3	173,9
8	14	108,0	0,8000	86,4	0,460	39,7440	126,14	0,48	60,5	3,67	222,0	0,0	0,0	0,0	22,2	199,8
9	14	122,0	0,8000	97,6	0,460	44,8960	142,50	0,48	68,4	3,67	250,8	0,0	0,0	0,0	25,1	225,7
10	14	136,0	0,8000	108,8	0,230	25,0240	133,82	0,48	64,2	3,67	235,5	0,0	0,0	0,0	23,6	212,0
11	14	150,0	0,8000	120,0	0,230	27,6000	147,60	0,48	70,8	3,67	259,8	0,0	0,0	0,0	26,0	233,8
12	14	164,0	0,8000	131,2	0,230	30,1760	161,38	0,48	77,5	3,67	284,0	0,0	0,0	0,0	28,4	255,6
13	14	178,0	0,8000	142,4	0,230	32,7520	175,15	0,48	84,1	3,67	308,3	0,0	0,0	0,0	30,8	277,4
14	14	192,0	0,8000	153,6	0,230	35,3280	188,93	0,48	90,7	3,67	332,5	0,0	0,0	0,0	33,3	299,3
15	14	206,0	0,8000	164,8	0,230	37,9040	202,70	0,48	97,3	3,67	356,8	0,0	0,0	0,0	35,7	321,1
16	14	220,0	0,8000	176,0	0,230	40,4800	216,48	0,48	103,9	3,67	381,0	0,0	0,0	0,0	38,1	342,9
17	14	234,0	0,8000	187,2	0,230	43,0560	230,26	0,48	110,5	3,67	405,3	0,0	0,0	0,0	40,5	364,7
18	14	248,0	0,8000	198,4	0,230	45,6320	244,03	0,48	117,1	3,67	429,5	0,0	0,0	0,0	42,9	386,5
19	14	262,0	0,8000	209,6	0,240	50,3040	259,90	0,48	124,8	3,67	457,4	0,0	0,0	0,0	45,7	411,7
20	14	276,0	0,8000	220,8	0,240	52,9920	273,79	0,48	131,4	3,67	481,9	0,0	0,0	0,0	48,2	433,7
21	14	290,0	0,8000	232,0	0,240	55,6800	287,68	0,48	138,1	3,67	506,3	0,0	0,0	0,0	50,6	455,7
22	14	304,0	0,8000	243,2	0,290	70,5280	313,73	0,48	150,6	3,67	552,2	0,0	0,0	0,0	55,2	496,9
23	14	318,0	0,8000	254,4	0,290	73,7760	328,18	0,48	157,5	3,67	577,6	0,0	0,0	0,0	57,8	519,8
24	14	332,0	0,8000	265,6	0,290	77,0240	342,62	0,48	164,5	3,67	603,0	0,0	0,0	0,0	60,3	542,7
25	14	346,0	0,8000	276,8	0,290	80,2720	357,07	0,48	171,4	3,67	628,4	0,0	0,0	0,0	62,8	565,6
26	14	360,0	0,8000	288,0	0,290	83,5200	371,52	0,48	178,3	3,67	653,9	0,0	0,0	0,0	65,4	588,5
27	14	374,0	0,8000	299,2	0,290	86,7680	385,97	0,48	185,3	3,67	679,3	0,0	0,0	0,0	67,9	611,4
28	14	388,0	0,8000	310,4	0,290	90,0160	400,42	0,48	192,2	3,67	704,7	0,0	0,0	0,0	70,5	634,3
29	14	402,0	0,8000	321,6	0,290	93,2640	414,86	0,48	199,1	3,67	730,2	0,0	0,0	0,0	73,0	657,1
30	14	416,0	0,8000	332,8	0,290	96,5120	429,31	0,48	206,1	3,67	755,6	0,0	0,0	0,0	75,6	680,0

Appendice 3: Calcolo del sequestro di CO₂ e del ruscellamento superficiale evitato per interventi di verde urbano

	20 anni		30 anni	
Carbonio immobilizzato/albero	t	tCO ₂	t	tCO ₂
	0,102	0,373	0,154	0,565
	20 anni		30 anni	
Carbonio sequestrato/albero	t/anno	tCO ₂ /anno	t/anno	tCO ₂ /anno
	0,005	0,019	0,007	0,026
	20 anni	30 anni		
Ruscellamento evitato/albero	m ³ /anno	m ³ /anno		
	0,214	0,372		

5. Bibliografia

- Ciaian, P., & Gomez y Paloma, S. (2011). The value of EU agricultural landscape. In Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburg, Pennsylvania.
- Ecosystem Marketplace. (2021). State of the Voluntary Carbon Markets 2021. Installment 1: Market in Motion.
- FAO, IUFRO and USDA. (2021). A guide to forest-water management. FAO Forestry Paper No. 185. Rome.
- Giandon, P. (2020). Il consumo di suolo e servizi ecosistemici. [PowerPoint slides]. Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambiente del Veneto. https://www.venetoagricoltura.org/wp-content/uploads/2020/09/6-Paolo-Giandon_Consumo-di-suolo_SE.pdf
- Ivits, E., Prokop, G., Tóth, G., Gregor, M., Agràs, R. M., Esteve, J. F., ... & Erhardt, M. (2022). Land take and land degradation in functional urban areas (No. 17). European Environmental Agency Report.
- M.E.A. (2005) A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being. Island Press, Washington DC.
- Munafò, M. (a cura di) (2022). Consumo di suolo, dinami-che territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2022. Re-port SNPA 32/22
- Office of Information and Regulatory Affairs. (2023). Guidance For Assessing Changes In Environmental And Ecosystem Services In Benefit-Cost Analysis. Draft For Public Review. Published: August 2023
- Partnership for Market Readiness. (2021). A Guide to Developing Domestic Carbon Crediting Mechanisms. The World Bank. <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/35271>
- Penman. (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Stollo, 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>
- TEEB [The Economics of Ecosystems and Biodiversity]. (2010). The economics of ecosystems and biodiversity – Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.
- Trading Economics (2023, October 9). *EU Carbon Permits*. <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>

