

ARTICLE INFO

Received 02 March 2026
 Revised 18 May 2026
 Accepted 21 May 2026
 Published 30 June 2026

INFRASTRUTTURE TRA SOSTENIBILITÀ E NECESSITÀ

Progettazione ambientale e approccio transcalare

INFRASTRUCTURE BETWEEN SUSTAINABILITY AND NECESSITY

Environmental design and a trans-scalar approach

Andrea Tartaglia, Luigi Alini

ABSTRACT

Il contributo interpreta l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile n. 9 come occasione per ripensare i processi di infrastrutturazione del territorio oltre il modello monofunzionale e settoriale delle infrastrutture grigie. A partire dal quadro teorico della Progettazione Tecnologica e Ambientale il saggio propone una lettura transcalare e prestazionale dell'infrastruttura, intesa non solo come opera tecnica, ma come dispositivo capace di produrre servizi, valori ecosistemici e benefici sociali nel medio-lungo periodo. La riflessione è sviluppata attraverso tre esperienze in Italia: il nuovo PTCP della Provincia di Lodi, in cui i valori socioeconomici sono messi in relazione con quelli ecosistemici; le Linee guida per la qualità ambientale e sociale degli interventi dell'Agenzia del Demanio, orientate alla valutazione lungo il ciclo di vita; la sperimentazione su 'Arundo donax' nella Riserva Naturale Orientata Saline di Priolo, che trasforma una specie infestante in risorsa per infrastrutture leggere e reversibili. I risultati evidenziano la necessità di passare da una logica della possibilità tecnica a una cultura della necessità progettuale, capace di orientare scelte infrastrutturali multifunzionali, verificabili e trasferibili.

The contribution interprets Sustainable Development Goal no. 9 as an opportunity to rethink territorial infrastructuring processes beyond the mono-functional and sectoral model of grey infrastructure. Starting from the theoretical framework of Technological and Environmental Design, the essay proposes a trans-scalar and performance-based reading of infrastructure, understood not only as technical work but also as a device capable of producing services, ecosystem values, and social benefits over the medium- to long-term. The reflection is developed through three experiences in Italy: the new PTCP of the Province of Lodi, in which socio-economic values are related to ecosystem values; the Guidelines for the environmental and social quality of interventions developed by the Agenzia del Demanio, oriented towards assessment throughout the life cycle; and the experimentation with 'Arundo donax' in the Saline di Priolo Oriented Nature Reserve, which turns an invasive species into a resource for lightweight and reversible infrastructure. The results highlight the need to move from a logic of technical possibility to a culture of design necessity, capable of orienting multifunctional, verifiable, and transferable infrastructural choices.

KEYWORDS

infrastrutture sostenibili, progettazione ambientale, approccio transcalare, infrastrutture verdi e blu, servizi ecosistemici

sustainable infrastructure, environmental design, trans-scalar approach, green and blue infrastructure, ecosystem services

Andrea Tartaglia, Architect and PhD, is a Full Professor at the Department of Humanities, University of Catania (Italy). He carries out teaching, research, consultancy, and design activities in complex scenarios, with reference to the technological field and its socio-environmental, procedural, and regulatory correlations. In particular, his attention focuses on innovation articulated across three levels: regulatory / procedural, the qualification of processes and products, and environmental sustainability. E-mail: andrea.tartaglia@unict.it

Luigi Alini, Architect and PhD, is a Full Professor at the Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania (Italy). His research focuses on the innovative use of natural materials and construction techniques from the Mediterranean tradition. E-mail: luigi.alini@unict.it



L'evoluzione dei modelli di vita sociale, sempre più influenzati da fattori culturali, economici e nuove tecnologie, ha determinato un radicale mutamento delle tradizionali infrastrutture urbane e degli spazi in cui l'uomo 'organizza' le sue azioni: la trasformazione e l'uso del territorio si configurano sempre più come luogo di relazioni, di servizi e non solo. «Lo spazio in cui viviamo (città o campagna) è prodotto dall'uomo perché è – per definizione – uno spazio sociale. Risulta da processi economici, da decisioni politiche, da fattori culturali, da linee di forza che si combinano variamente modificando gli equilibri fra il pubblico e il privato, il religioso e il laico, il funzionale e il simbolico» (Settis, 2011, p. 52), uno spazio sociale in continua evoluzione la cui trasformazione può dipendere da una visione progettuale e strategica piuttosto che dal caso o ancora dalla degenerazione prodotta dall'abbandono.

L'ineluttabilità e centralità dell'azione umana, insieme alla necessità che tale azione sia governata da logiche di uso e non di consumo che traggano verso le future generazioni, è confermata dalla centralità del tema infrastrutture all'interno dell'Agenda 2030 dell'ONU (UN, 2020). Infatti l'azione antropica più evidente sui territori si esplicita normalmente attraverso i processi di infrastrutturazione con azioni necessarie a sostenere lo sviluppo e a rispondere all'evolversi delle domande ed esigenze delle popolazioni; a questo tema, necessario a garantire la qualità della vita, sono dedicati esplicitamente ben tre target all'interno del SDG 9, e in particolare:

- target 9.1, finalizzato allo sviluppo di infrastrutture di qualità, affidabili, sostenibili e resilienti, incluse quelle regionali e transfrontaliere, a supporto dello sviluppo economico e del benessere umano, con particolare attenzione all'accessibilità equa e universale;
- target 9.4, orientato all'adeguamento delle infrastrutture e alla riconversione sostenibile dei sistemi industriali, attraverso un uso più efficiente delle risorse e una maggiore adozione di tecnologie e processi puliti e ambientalmente compatibili, secondo le capacità dei singoli Paesi;
- target 9.a, volto a favorire infrastrutture sostenibili e resilienti nei Paesi in via di sviluppo mediante un sostegno finanziario, tecnologico e tecnico rafforzato, con particolare attenzione ai Paesi meno sviluppati, a quelli senza sbocco sul mare e ai piccoli Stati insulari.

Questi target confermano da un lato l'inegabile esigenza della progressiva azione di infrastrutturazione come condizione ineludibile per un mondo più equo e più giusto, ma dall'altro esprimono una forte critica ai modelli tradizionali che richiedono una svolta (Fanzini, Tartaglia and Riva, 2019; UNOPS, 2020) in termini di sostenibilità e di qualità anche nel lungo periodo, come sottolineato con l'introduzione del termine 'affidabili'. Tuttavia il perseguimento degli obiettivi sopra richiamati non può essere ricondotto a un'unica traiettoria operativa, né affidato a un modello unitario fortemente specialistico. Gli stessi target dell'SDG 9 evidenziano infatti una duplice direzione di lavoro: da un lato lo sviluppo e l'implementazione di nuovi modelli infrastrutturali, come indicato dal target 9.1, dall'altro l'adeguamento di sistemi già esistenti e, in molti casi, fortemente consolidati, come richiesto dal target 9.4. Si tratta di obiettivi ancora lontani dall'essere pienamente conseguiti e che richiedono un impegno significativo sul piano programmativo,

progettuale e attuativo (UN, 2020). Alla luce di tali premesse il contributo intende dimostrare come l'infrastrutturazione del territorio possa essere ripensata attraverso un approccio transcalare, prestazionale e sistemico, capace di integrare qualità ambientale, servizi ecosistemici e utilità sociale. Il saggio è articolato in quattro sezioni: ricostruzione critica dell'evoluzione dei modelli infrastrutturali; analisi della dimensione programmatica attraverso il PTCP di Lodi; verifica del passaggio dalla programmazione al progetto mediante le Linee guida dell'Agenzia del Demanio; discussione del criterio di necessità attraverso la sperimentazione nella Risorsa di Priolo.

I tre casi sono stati scelti in quanto rappresentano tre momenti e scale diversi del processo di infrastrutturazione ma, poiché sono accomunati dall'essere stati sviluppati in coerenza con l'approccio metodologico e con gli strumenti della Progettazione tecnologica e ambientale dell'architettura, permettono di esplicitare chiaramente come tale approccio si possa declinare senza soluzione di continuità nelle diverse situazioni per garantire la necessaria coerenza tra obiettivi e risultati per rispondere pienamente alle sfide della contemporaneità che si ritrovano nell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.

L'interesse scientifico risiede nella proposta di una chiave interpretativa trasferibile, utile a orientare scelte infrastrutturali non solo sostenibili, ma necessarie, misurabili e coerenti con i target definiti all'interno degli SDG. In sintesi i casi che vengono presentati confermano l'ipotesi che un'infrastruttura non è sostenibile solo quando riduce gli impatti ma quando dimostra necessità, multifunzionalità, coerenza ecosistemica e verificabilità prestazionale.

Infrastrutture in evoluzione | Tradizionalmente le infrastrutture (oggi inquadrate nella definizione di 'infrastrutture grigie') nascevano per rispondere a una specifica esigenza; la loro realizzazione seguiva logiche fortemente funzionalistiche e specialistiche che raramente si confrontavano con il tema degli impatti o delle interferenze se non quando si relazionavano con infrastrutture o sistemi di pari livello e importanza. Si tratta di un modello ormai in declino i cui effetti sono stati e vengono tuttora affrontati con l'introduzione di strumenti quali la Valutazione Ambientale Strategica (VAS), la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e/o la Valutazione di Incidenza Ambientale (VInCA), il cui obiettivo è accompagnare i processi e le scelte per limitare, se non annullare, gli effetti ambientali negativi prodotti dalle azioni antropiche o individuare interventi compensativi in grado di riequilibrare eventuali impatti prodotti.

Negli ultimi anni sono stati introdotti ulteriori strumenti che gestiscono meglio la sostenibilità di un'opera, in particolare delle grandi infrastrutture, come il Protocollo Envision che «[...] consente di valutare l'efficacia dell'investimento, le ricadute dell'opera sull'ecosistema, la durabilità e i vantaggi dell'opera sulla qualità della vita dei cittadini, la capacità di attrarre capitali privati e generare economia» (Alini and Martino, 2023, p. 268). Tale protocollo è di facile applicazione ma presenta dei limiti che trovano nel concetto di 'consumo di suolo' la sintesi più efficace degli effetti ambientali negativi l'intervento antropico produce; si tratta infatti di un modello che comunque 'consuma' le risorse, che porta alla perdita, in molti casi definitiva, di

opportunità per le generazioni future. L'alternativa proposta negli ultimi anni si è focalizzata sulle cosiddette 'infrastrutture verdi e blu', cioè sistemi complessi composti da elementi naturali e/o artificiali che si caratterizzano per un'intrinseca multifunzionalità e per la capacità non solo di rispondere a esigenze prettamente funzionali – come le infrastrutture grigie, anche se non sempre con la stessa efficacia – ma anche di contribuire alla creazione, al recupero o al potenziamento dei cosiddetti servizi ecosistemici (Mussinelli et alii, 2018), cioè benefici gratuiti ma necessari al benessere, alla salute, all'economia e soprattutto alla sopravvivenza dell'essere umano stesso.

La costruzione e l'implementazione di infrastrutture verdi è un approccio che, formalizzato circa trent'anni fa negli Stati Uniti d'America, è successivamente diventato uno degli elementi caratterizzanti anche le politiche europee, non solo per la mitigazione e l'adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici, ma anche come nuovo modello di gestione dei territori, sia di maggiore valenza naturalistica sia urbanizzati; tale modello ha portato all'individuazione di sistemi a rete già presenti da salvaguardare, valorizzare e/o completare. Le reti ecologiche diventano così un elemento centrale nella pianificazione su larga scala non solo per garantire la qualità degli ecosistemi naturali, ma anche per conservare sistemi a rete che vedono nella continuità delle relazioni ecologiche un elemento ineludibile per la loro efficacia e 'sopravvivenza'.

Tuttavia l'infrastrutturazione verde, almeno con le tecnologie attuali, non può essere considerata totalmente alternativa a quella grigia. Al momento infatti convivono tre visioni spesso considerate alternative: il modello tradizionale a maggiore impatto ambientale accompagnato dai citati strumenti di valutazione finalizzati al contenimento degli impatti; Soluzioni basate sulla Natura (NbS) che propongono progettualità maggiormente resilienti e sostenibili in grado di sostituirsi alle infrastrutture grigie o di contenerne gli effetti negativi; processi di infrastrutturazione finalizzati prioritariamente a ricostruire ecosistemi in grado di fornire nuovi servizi ecosistemici o a recuperare la loro erogazione in contesti sottoposti a pressioni antropiche che ne limitavano l'efficacia. La letteratura recente evidenzia inoltre che le infrastrutture verdi, soprattutto nei contesti climaticamente fragili, devono essere valutate non solo per la loro presenza fisica o per il valore paesaggistico ma per la capacità di costruire ecologie operative, sostenibili sul piano idrico, manutentivo e prestazionale (Moscatelli and Raffa, 2023; D'Ambrosio, Rigillo and Tersigni, 2021).

Rispetto alla terza tipologia esistono poi anche modelli e approcci totalmente o parzialmente 'grigi' che cercano comunque di rispondere alle criticità climatico-ambientali: si pensi ad esempio agli impianti per il sequestro di carbonio o di anidride carbonica non solo da fonti industriali ma direttamente dall'atmosfera per poi stoccarlo nel sottosuolo anche attraverso processi di mineralizzazione (Pastero, 2023) o convertendolo per altri usi industriali. In questo senso sono già operativi diversi impianti anche di carattere commerciale che hanno l'obiettivo di ripagarsi sia attraverso la vendita di crediti di carbonio sia producendo materiali industriali o nuovi carburanti sintetici.¹

Le sfide climatiche, ambientali e sociali non possono essere affrontate attraverso un'unica soluzione, applicabile indistintamente a ogni contesto

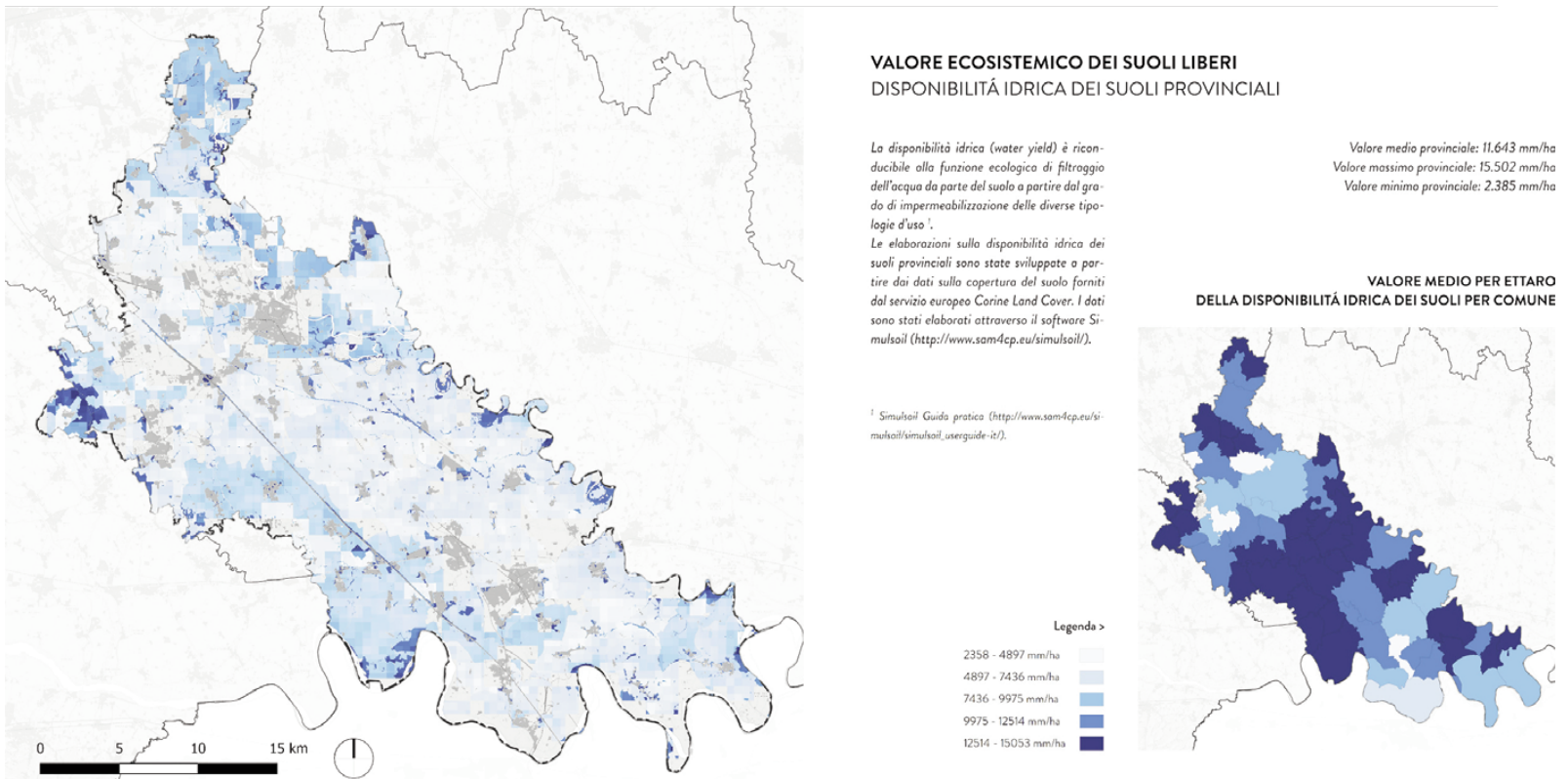


Fig. 1 | Water availability of soils in the territory administered by the Province of Lodi (source: Strategic document and guidelines for the construction of the new PTCP of the Province of Lodi, 2021).

ma richiedono di rivedere le prassi consolidate: non basta sostituire le infrastrutture grigie con quelle verdi poiché occorre valutare anche la necessità del servizio, la prestazione ecosistemica e la coerenza territoriale. Si tratta di favorire, come verrà meglio spiegato di seguito, approcci transdisciplinari e transcalari, capaci di garantire continuità tra gli indirizzi strategici sovranazionali, gli strumenti di programmazione e pianificazione e le azioni locali di dettaglio.

In questa prospettiva le soluzioni basate sulla natura non possono essere considerate semplici dispositivi verdi da aggiungere a modelli infrastrutturali esistenti, ma componenti progettuali multiscalari in grado di connettere obiettivi ambientali, prestazioni ecosistemiche e strategie dell'Agenda 2030 (Ingaramo et alii, 2023; Grabowski, McPhearson and Pickett, 2023). Ciò implica la necessità di operare su più livelli decisionali e progettuali, rivedendo modelli programmatori e pianificatori che, soprattutto in Italia, restano spesso ancorati a logiche settoriali e specialistiche. Tale approccio è ribaltato nei tre casi studio selezionati in cui si superano le logiche tradizionali caratterizzate dalla contrapposizione tra infrastrutture grigie e infrastrutture verdi, sostituendole con una 'matrice' interpretativa fondata su tre passaggi: scala territoriale-programmatica, scala del processo decisionale / progettuale, scala del manufatto leggero e reversibile.

Programmare l'infrastrutturazione | Particolarmente interessante è stato l'approccio adottato per la costruzione del recente Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)² approvato dalla Provincia di Lodi in cui la costruzione della proposta e dei contenuti è stata sviluppata integrando ragionamenti di carattere socio-economico (tipici della pianificazione urbanistica) con aspetti socio-ambientali (tipici della progettazione ambientale) così

da costruire un quadro interpretativo in grado di comparare gli aspetti infrastrutturali e di sviluppo economico con elementi di carattere ecosistemico.

La peculiarità del PTCP di Lodi non risiede nell'aver introdotto semplicemente azioni per il miglioramento delle caratteristiche ambientali del territorio, attraverso ad esempio strumenti di incentivazione nell'uso di NbS o di contrasto del consumo di suolo, ma nell'aver modificato il modo in cui il territorio veniva letto e interpretato cercando di confrontare i valori socioeconomici e di attrattività produttiva con i valori ecosistemici.

Ad esempio, sono state sviluppate sulla disponibilità idrica dei suoli provinciali (Fig. 1) a partire dai dati sulla copertura del suolo forniti dal servizio europeo Corine Land Cover e poi elaborati attraverso il software Simulsoil. La disponibilità idrica in questa prospettiva non rappresenta solo un indicatore ambientale ma una condizione infrastrutturale che connette qualità dei suoli, capacità di adattamento climatico, continuità ecologica e benessere delle comunità insediate (Angelucci and Shatvoryan, 2025). Similmente le elaborazioni sullo stoccaggio di carbonio dei suoli provinciali (Fig. 2) sono state sviluppate secondo il modello InVEST 'Carbon Storage and Sequestration'; in questo senso il suolo non può essere assunto come semplice superficie disponibile alla trasformazione ma come componente progettuale primaria, dotata di prestazioni ecologiche, idrologiche e insediative che incidono sulla qualità complessiva delle strategie infrastrutturali (Tesoriero, 2023), valorizzando le 'ricchezze' e le risorse locali e mettendo allo stesso livello aspetti dell'economia tradizionale con quelli legati ai valori ecosistemici, anche in termini di sicurezza e di adattamento al cambiamento climatico dei territori.

La sovrapposizione anche cartografica di questi elementi di valore ha permesso di evidenziare un quadro molto diverso del territorio in cui non esi-

stavano più realtà attrattive e realtà che subivano processi di abbandono, realtà di interesse economico e territori di scarso valore; al contrario si è potuto constatare come ogni territorio compartecipasse con modalità diverse a valorizzare il territorio provinciale portando risorse molto diversificate ma ugualmente importanti soprattutto se analizzate in una prospettiva temporale di medio e lungo termine. La natura e lo spazio aperto assumono così il ruolo di capitale territoriale, non riducibile a riserva ambientale o vincolo paesaggistico, capace di orientare processi di transizione ecologica e di ridefinire le gerarchie tra aree centrali, marginali e produttive (Lecardane, 2023).

Con tale approccio è stato possibile superare i tradizionali modelli competitivi tra territori, introducendo una visione collaborativa in cui i 'successi' di alcuni ambiti territoriali potevano e dovevano essere redistribuiti sull'intero territorio provinciale, al fine di valorizzare le specificità e le vocazioni locali entro una prospettiva di vantaggio comune e di perequazione. È stato inoltre possibile contenere la domanda di infrastrutture grigie, ridurre il consumo di suolo e favorire una significativa inversione di tendenza, affinché le scelte locali potessero concorrere proattivamente alla costruzione di utilità più ampie a livello provinciale, senza comprimere i margini di azione delle singole amministrazioni comunali.

L'idea, concretizzata nel documento finale approvato dalle Amministrazioni locali, era quella di definire un nuovo modello di gestione del territorio in cui i processi di sviluppo economico non fossero soltanto fattori generativi dell'infrastrutturazione verde, ma in cui la stessa infrastrutturazione verde potesse diventare motore di sviluppo e benessere locale, attivando processi virtuosi capaci di autoalimentarsi. Tale modello non escludeva l'infrastrutturazione grigia, ma ne circoscriveva il ricorso alle situazioni in cui essa risultasse necessaria, partico-

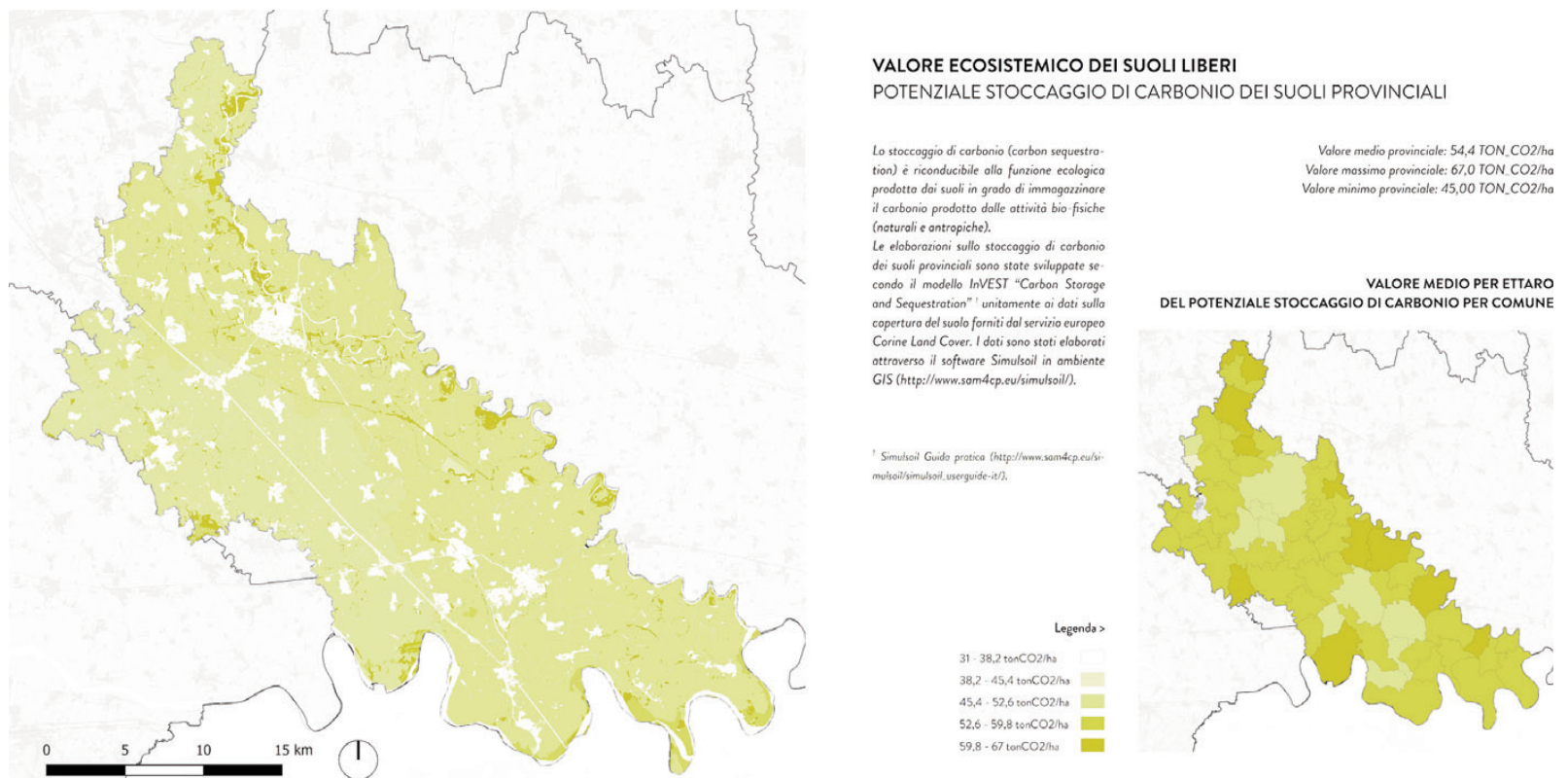


Fig. 2 | Potential carbon storage in soils in the territory administered by the Province of Lodi (source: Strategic document and guidelines for the construction of the new PTCP of the Province of Lodi, 2021).

larmente efficace e non sostituibile da modelli alternativi di intervento.

Le azioni a rete di scala provinciale sono state messe a sistema con gli interventi locali in una visione sistemica e transcalare propria della progettazione ambientale (Toricelli, 2025). Si è così cercato di superare gli specialismi settoriali, le segmentazioni operative e le separazioni tra le diverse scale di intervento che caratterizzano frequentemente i processi programmatori, pianificatori e progettuali, valorizzando una metodologia unitaria, successivamente declinabile nei diversi momenti e alle diverse scale attuative del PTCP. In questa prospettiva le logiche di lettura e di individuazione delle priorità a grande scala sono diventate anche criteri per la definizione delle alternative localizzative e progettuali a scala locale, in coerenza con le strategie generali del Piano.

È stato inoltre superato il tradizionale affiancamento tra il processo decisionale per la gestione del territorio e la VAS, solitamente chiamata a verificare la sostenibilità delle scelte, risultato ottenuto attraverso l'integrazione degli indicatori di VAS con quelli di monitoraggio dell'attuazione del Piano, rendendo i due processi strettamente interdipendenti. Tale impostazione risulta coerente con gli approcci più recenti alla gestione integrata delle risorse naturali, che richiedono di leggere suolo, acqua, vegetazione, energia e servizi ecosistemici come sistemi interconnessi e non come ambiti settoriali separati (Valente et alii, 2024). Il Piano si è così configurato come una vera azione di progettazione ambientale in cui il processo è diventato tutt'uno con il prodotto del PTCP.

Dalla programmazione al progetto | Il perseguimento dei target riferiti ai processi di infrastrutturazione del territorio non può tuttavia limitarsi a rinnovare i processi di pianificazione e programma-

zione ma, come già detto, deve introdurre a tutte le scale processi e strumenti in grado di garantire che non vi sia soluzione di continuità negli obiettivi tra la grande scala e il singolo intervento e che ogni specifica azione partecipi alla costruzione di un più ampio scenario territoriale rinnovato nei contenuti qualitativi di carattere ambientale, ma anche sociali. Il progetto del verde e delle componenti ecosistemiche deve quindi essere interpretato come parte di una più ampia transizione progettuale, nella quale dispositivi spaziali, prestazioni ambientali e qualità d'uso concorrono alla definizione di nuove forme di infrastrutturazione sostenibile (Pirina, Comi and d'Abramo, 2024).

In questa prospettiva risulta particolarmente significativa una prima sperimentazione sviluppata dall'Agenda del Demanio in collaborazione con la ricerca universitaria³ che ha portato alla costruzione di uno strumento inizialmente concepito come supporto alla selezione degli interventi prioritari da finanziare e successivamente evoluto in un dispositivo capace di accompagnare l'intero processo, dallo sviluppo delle progettualità fino al monitoraggio in fase d'uso. La sua rilevanza risiede nella capacità di ampliare il campo di valutazione dei singoli interventi, integrando gli aspetti ambientali e sociali e superando una logica limitata ai soli obiettivi originariamente motivanti il finanziamento delle opere.

Tale impostazione risponde alla natura stessa degli SDG, in cui le dimensioni ambientali e sociali risultano strettamente interrelate quando il fine ultimo è il benessere umano nel lungo periodo. Le infrastrutture sostenibili generano infatti effetti che oltrepassano il perimetro dell'SDG 9, attivando sinergie con la gestione circolare dell'acqua, il metabolismo urbano, la qualità dello spazio abitato e l'adattamento climatico (Dessi et alii, 2025; Sposito and Mittersteiner, 2025). La sfida della ricerca con-

dotta con l'Agenda del Demanio è stata quindi quella di superare la settorialità dei diversi strumenti di certificazione – ambientali, energetici o riferiti al benessere – per costruire un dispositivo unitario, capace di integrare le richieste del modello ESG con gli obblighi derivanti dall'applicazione dei criteri DNSH, connessi all'impiego dei fondi PNRR e NextGenerationEU (Tartaglia et alii, 2024). Anche in questo caso l'obiettivo era oltrepassare gli approcci specialistici attraverso un sistema di indicatori di performance, corredato da modelli di calcolo e di verifica delle prestazioni, riferiti a molteplici dimensioni della qualità.

Lo strumento è stato così orientato a supportare in modo integrato gli interventi di infrastrutturazione finalizzati alla realizzazione di nuovi spazi per l'erogazione di servizi pubblici; in questa logica la qualità degli interventi non è stata intesa come semplice conformità agli standard normativi, bensì come capacità di conseguire obiettivi prestazionali più ambiziosi, calibrati in relazione alla complessità e alla dimensione delle progettualità, nonché alle specifiche caratteristiche e fragilità dei siti interessati. Ne deriva un armamentario metodologico con funzioni di indirizzo, valutazione e controllo, dotato di strumenti predittivi e di sistemi di indicatori per misurare e orientare le prestazioni ambientali e sociali delle opere lungo l'intero ciclo decisionale, progettuale e gestionale.

Lo strumento, denominato 'Linee guida per la qualità ambientale e sociale degli interventi' (Agenda del Demanio, 2023), è stato strutturato secondo uno schema logico-formale pensato per facilitare l'applicazione nelle diverse fasi del processo, dalla progettazione alla realizzazione, fino alla gestione e all'uso dei manufatti (Fig. 3). La sua impostazione associa agli obiettivi ambientali e sociali esempi di azioni e soluzioni tecniche che, pur riferendosi a specifici ambiti tematici, si caratterizza-

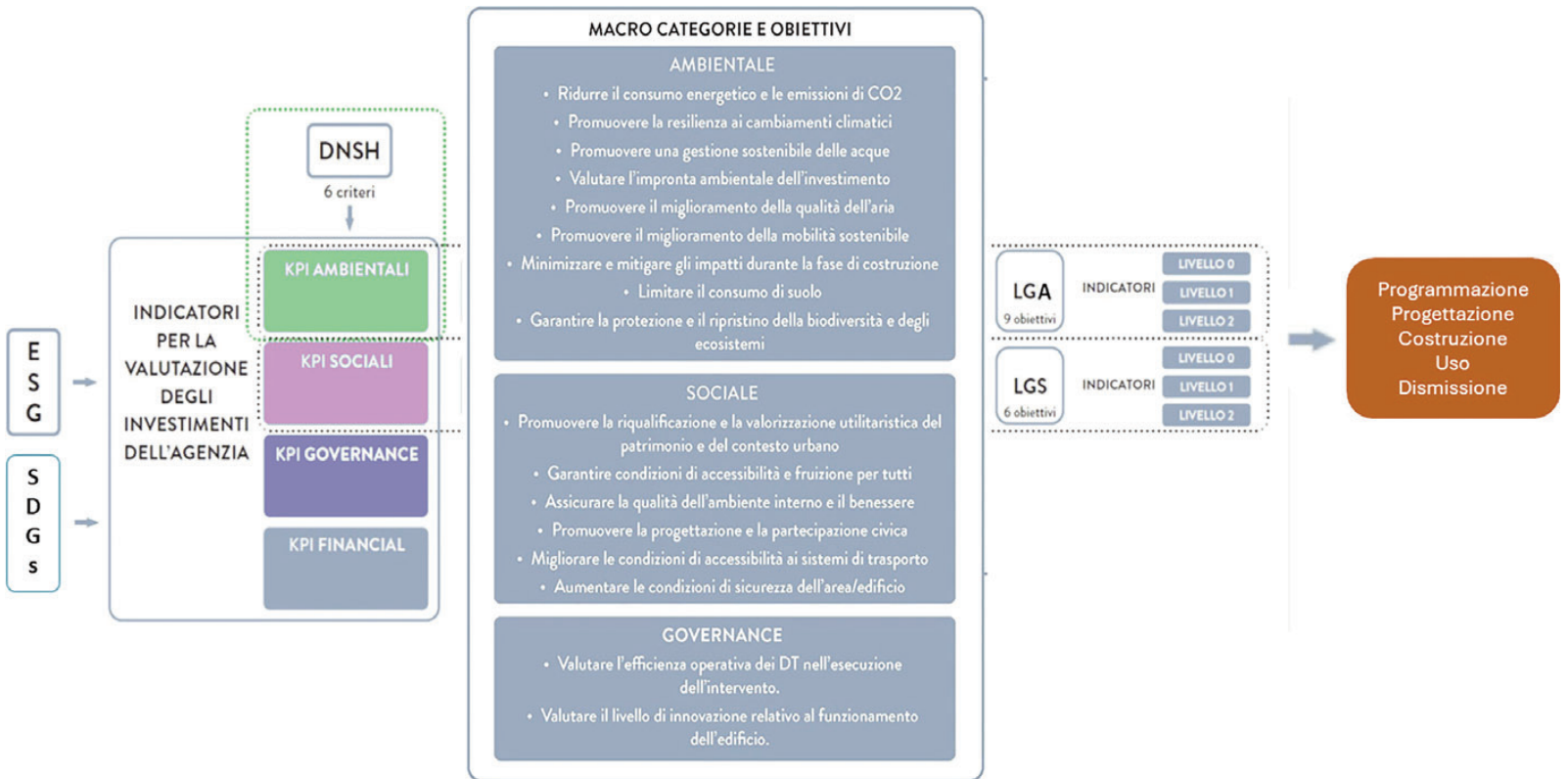


Fig. 3 | Conceptual scheme of the tool developed for the Agenzia del Demanio in the 2023 version (credits: Envi-Reg research group, 2023).

no per una natura multifunzionale, capace di generare benefici integrati sul piano ambientale, sociale e prestazionale.

Per ciascun obiettivo individuato dall’Agenzia del Demanio, le Linee guida illustrano e motivano possibili azioni progettuali, soluzioni tecniche, esempi applicativi e buone pratiche; a tali contenuti si affiancano indicatori e i relativi metodi di calcolo, necessari a misurare i livelli di prestazione attesi e conseguiti. In questo modo lo strumento consente di confrontare lo stato iniziale con diverse alternative progettuali nella fase preliminare, di comparare soluzioni differenti – anche nell’ambito di procedure concorsuali – e di monitorare gli esiti dell’intervento durante la costruzione, la gestione e l’eventuale dismissione.

La verifica delle prestazioni lungo l’intero processo consente così di garantire coerenza e continuità tra programmazione, progettazione, realizzazione e uso dell’opera: gli esiti diventano misurabili, l’efficacia degli interventi può essere valutata nel tempo e, in presenza di criticità, possono essere attivati correttivi mirati. Parallelamente il processo contribuisce alla costruzione di un quadro conoscitivo trasferibile a interventi futuri, alimentando un percorso progressivo di miglioramento continuo delle prestazioni ambientali e sociali del Patrimonio gestito dall’Agenzia del Demanio.

Dal possibile al necessario | Dopo aver ricondotto l’infrastrutturazione del territorio entro una logica transcalare, prestazionale e verificabile, emerge un ulteriore passaggio critico: distinguere ciò che è tecnicamente possibile da ciò che è realmente necessario. L’avanzamento delle conoscenze scientifiche e dei saperi tecnici consente oggi di realizzare soluzioni sempre più complesse, spesso superando limiti che in passato avrebbero condizionato in modo sostanziale l’azione progettuale. Proprio

questa ampliata capacità operativa impone tuttavia una maggiore responsabilità decisionale, poiché la possibilità di costruire non coincide necessariamente con l’opportunità di farlo.

La questione non riguarda dunque soltanto il controllo degli impatti sociali e ambientali, ma anche la definizione di un criterio di selezione basato sulla reale necessità dell’intervento e sulla soluzione tecnica adottata. Non si tratta di realizzare tutto ciò che appare utile o ‘desiderabile’, ma di riconoscere, all’interno del campo delle utilità possibili, ciò che risponde a una condizione di necessità, evitando di compromettere uno dei principi fondativi della sostenibilità, così come definita dal Rapporto Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987): soddisfare i bisogni del presente senza ridurre la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri. Questo spostamento di prospettiva consente di riorientare lo sguardo progettuale, mettendo in discussione postulati operativi spesso assunti come inevitabili e aprendo a soluzioni meno evidenti, ma più coerenti con le condizioni ambientali, sociali e territoriali in cui l’intervento si colloca.

Da questo punto di vista diventa interessante analizzare una recente esperienza di ricerca sviluppata dall’Università di Catania con la Riserva Naturale Orientata Saline di Priolo gestita dalla LIPU⁴. Applicando un approccio transcalare che partiva da ragionamenti di grande scala che hanno coinvolto la costa siciliana nel tratto tra Priolo e la Riserva Naturale Orientata Fiume Ciane e Saline di Siracusa (Fig. 4; Alini, Foti and Musumeci, 2025) la ricerca ha identificato e sviluppato una proposta innovativa per l’infrastrutturazione della Riserva di Priolo, in particolare lo sviluppo di soluzioni sostenibili e poco impattanti per la fruizione dell’area, nonché l’impiego di infrastrutture funzionali alla mitigazione di problemi di carattere ecosistemico dell’a-

rea. Su questo presupposto è stata identificata una specie aliena infestante, responsabile di una significativa riduzione della biodiversità, che ciclicamente viene eradicata, al solo scopo di contenerne l’espansione, con la conseguente produzione di rifiuti vegetali da smaltire in discarica (Greco, Maraldi and Molari, 2023; Greco et alii, 2024). A partire da un’attività di caratterizzazione meccanica della ‘Arundo donax’, o canna comune, è stata valutata la possibilità di impiegare questa essenza per la realizzazione di infrastrutture leggere a supporto della fruizione del sito. La definizione delle sue caratteristiche strutturali (Molari, Coppolino and García, 2021) ha consentito di trasformare un materiale di scarto in una materia prima da costruzione (Figg. 5, 6), utilizzabile per la realizzazione di manufatti destinati sia alla fruizione (Figg. 7-12), come uno spazio per la didattica (Figg. 13-15), sia alla conservazione dell’ecosistema, come nel caso delle barriere di protezione dei cordoni dunali.

In questo modo l’intervento non si limita a rispondere a esigenze puntuali di accessibilità e uso dell’area, ma contribuisce ad affrontare criticità ambientali più ampie, quali la produzione ricorrente di rifiuti organici da smaltire e la perdita di biodiversità. Quest’ultima appare particolarmente rilevante in un ecosistema di elevato valore che, dopo essere stato profondamente compromesso nell’ultimo secolo dall’insediamento di impianti petrolchimici, oggi partecipa a un processo di progressiva ricostruzione ecologica. La riconfigurazione di paesaggi compromessi richiede infatti di superare la sola logica del recupero ambientale, assumendo il progetto come strumento per ricostruire prestazioni ecologiche, accessibilità controllata e nuove relazioni tra comunità, risorse locali e sistemi naturali (Ahmed and Capuano, 2025). La ricerca ha così aperto la possibilità di attivare nuove filiere produttive dell’economia circolare, in grado di generare

una catena di valore a partire da una risorsa naturale locale finora trattata come scarto da conferire in discarica. L'Arundo donax è stato scelto come un'opportunità per innescare una economia circolare legata all'uso innovativo di un materiale naturale capace di sequestrare elevate quantità di CO₂ dall'aria ed inquinanti dal suolo. Recuperare nuovi usi di questo materiale aiuterebbe infatti a limitarne l'espansione incontrollata, darebbe slancio a nuove forme di economia circolare, contribuirebbe con modestissimi investimenti alla bonifica di suoli, nello specifico di porzioni significative dell'area SIN di Priolo, e offrirebbe un contributo alle strategie globali di lotta al cambiamento climatico. In territori segnati da pressioni industriali e da processi di trasformazione ambientale la circolarità non riguarda soltanto il recupero di materiali ma la capacità di riconoscere nuove relazioni tra risorse locali, Patrimoni compromessi, prestazioni ambientali e strategie di rigenerazione (Baiani et alii, 2024). In questa prospettiva il caso della Riserva di Priolo consente di verificare come la necessità progettuale possa coincidere con la riduzione degli impatti e con l'attivazione di economie locali a bassa intensità materiale.

SDG 9, sinergie e compromessi | Anche se il saggio e l'analisi dei casi studio sono stati sviluppati a partire dai contenuti dell'SDG 9 i ragionamenti e i riferimenti presentati non si esauriscono

entro i suoi target ma si relazionano con altri Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, producendo non solo sinergie ma anche potenziali compromessi. Infatti i temi approfonditi sono direttamente riconducibili ugualmente agli obiettivi dell'SDG 11 (Città e comunità sostenibili), dell'SDG 13 (Lotta contro il cambiamento climatico) e dell'SDG 15 (La vita sulla terra) che si caratterizzano per contenuti fortemente interdipendenti che non possono non integrarsi nelle azioni programmatiche, pianificatorie e di intervento sull'ambiente antropico.

Parallelamente esistono significative sinergie, pur se meno dirette, e impatti positivi derivanti dal miglioramento dell'accesso ai servizi, dal miglior uso delle risorse e dalla riduzione della vulnerabilità dei territori, rispetto all'SDG 3 (Salute e benessere), all'SDG 6 (Acqua pulita e servizi igienico-sanitari), all'SDG 7 (Energia pulita e accessibile), all'SDG 8 (Lavoro dignitoso e crescita economica) e all'SDG 12 (Consumo e produzione responsabili).

All'opposto vi sono anche delle potenziali criticità rispetto al consumo delle risorse economiche e naturali che la realizzazione e la manutenzione delle infrastrutture indubbiamente richiedono e che rischiano di stridere con la volontà di salvaguardia degli ecosistemi e riduzione dell'impronta ecologica. Infatti alcune azioni rischiano di mascherare situazioni, se non di greenwashing (Freitas Netto et alii, 2020), di greenwasting (Battisti, Cuomo and Manganelli, 2025) soprattutto quando gli interventi

non vengono correttamente sviluppati e gestiti rendendoli inefficaci sia in termini di risorse che economici. In tal senso incidono significativamente le differenze tra i territori anche in termini di capacità di governance ma anche l'eccessiva tendenza a monetizzare i servizi ecosistemici che vengono degradati o non prodotti.

Conclusioni | I tre esempi analizzati mostrano come l'approccio metodologico della Progettazione Tecnologica e Ambientale, fondato su transcalarità, transdisciplinarietà e visione sistemica dei problemi e delle soluzioni, possa contribuire ad aggiornare l'apparato concettuale e strumentale attraverso cui tradizionalmente si affrontano i processi di infrastrutturazione dei territori. Tale impostazione risulta coerente con i target dell'SDG 9, poiché consente di orientare l'intervento verso soluzioni innovative e multifunzionali e, se integrata con i più recenti strumenti di valutazione ex ante degli impatti progettuali, rafforza la capacità predittiva e anticipatoria del progetto su diverse scale.

Occorre inoltre precisare il perimetro di validità delle conclusioni formulate. I tre casi analizzati costituiscono un corpus intenzionale e qualitativo, selezionato per esplicitare differenti scale e condizioni operative della Progettazione Tecnologica e Ambientale: la scala territoriale-programmatica del PTCP di Lodi, la scala procedurale e prestazionale delle Linee guida dell'Agenda del Demanio, la sca-

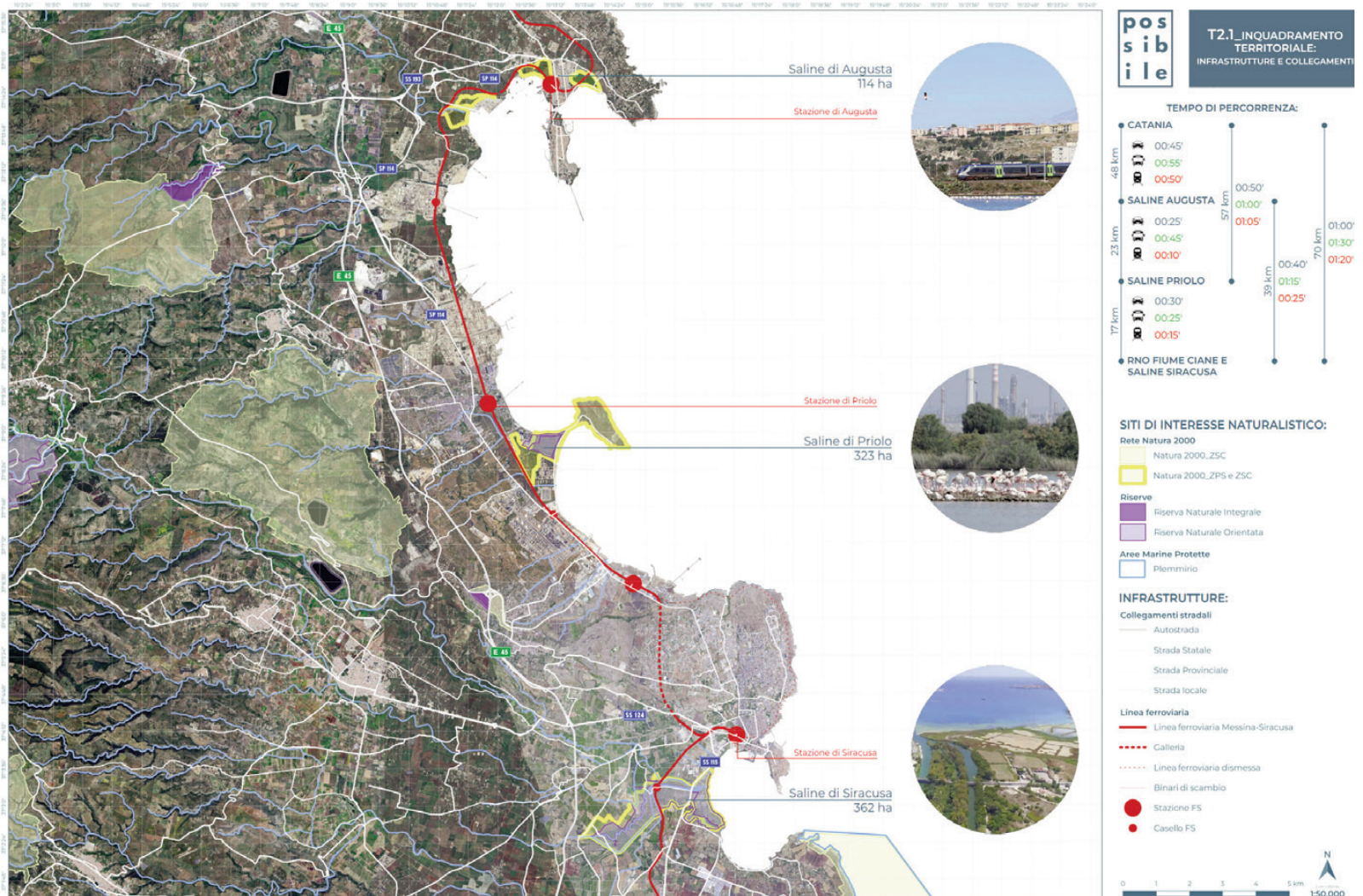


Fig. 4 | Relations between the physical infrastructure system and the Nature Reserves along the coastal stretch between Augusta and Syracuse (credits: G. Caponetti, 2024).



Figg. 5, 6 | In situ selection phase of reeds for construction (credits: the Authors, 2025).

la del manufatto leggero e reversibile nella sperimentazione della Riserva di Priolo. La loro numerosità non consente una generalizzazione statistica degli esiti, né autorizza un'estensione automatica del modello a contesti territoriali, amministrativi o normativi differenti. Il valore del confronto risiede piuttosto nella costruzione di una lettura interpretativa e metodologica capace di mettere in relazione infrastrutturazione del territorio, qualità ambientale, servizi ecosistemici, innovazione territoriale e utilità sociale.

In questa prospettiva la scelta di casi nazionali ha permesso di osservare con maggiore coerenza il rapporto tra quadro normativo, strumenti amministrativi, processi decisionali e dispositivi progettuali, pur limitando la verifica della trasferibilità internazionale del modello, soprattutto in Paesi caratterizzati da assetti di governance e sistemi regolativi sensibilmente diversi. Un ulteriore limite riguarda la recente attuazione delle esperienze considerate: gli effetti ambientali, sociali ed economici nel medio e lungo periodo risultano ancora parzialmente osservabili e richiedono monitoraggi successivi, fondati su indicatori prestazionali e confronti con ulteriori casi applicativi. Tale aspetto rappresenta una condizione decisiva per consolidare la capacità dell'approccio proposto di integrare, in modo verificabile, dimensione ambientale, qualità sociale e sostenibilità economica nei processi di infrastrutturazione del territorio.

Certamente questo modello entra in tensione con la tendenza alla specializzazione estrema che ancora caratterizza sia il mondo della ricerca sia quello della programmazione e della progettazione degli interventi. Tale complessità delle sfide ambientali e sociali impone invece una revisione dei modelli tradizionali e la sperimentazione di soluzioni alternative, capaci di ridurre le criticità prodotte dalle azioni antropiche dal Novecento a oggi. In questa prospettiva non è sufficiente applicare soluzioni basate sulla natura per rivestire di verde modelli infrastrutturali tradizionali ma occorre ripensare i modelli stessi a partire dai servizi realmente necessari alle

comunità, individuando modalità di organizzazione e attrezzamento del territorio capaci di garantire l'erogazione di tali servizi secondo criteri coerenti con i target 9.1, 9.4 e 9.a.

In tal senso la volontà di passare 'dal possibile al necessario' significa adottare una nuova unità di misura per valutare le alternative di intervento (o di non intervento) sia allargando il controllo delle ricadute a un arco temporale più ampio, che consideri anche diversi modelli di sviluppo, sia contemplando una maggiore articolazione di criteri di valutazione con cui definire la reale necessità degli interventi rispetto al contesto territoriale e ai suoi contenuti di carattere sociale e ambientale.

The evolution of social life models, increasingly influenced by cultural and economic factors and by new technologies, has radically changed traditional urban infrastructure and the spaces in which human beings 'organise' their actions: the transformation and use of territory are increasingly configured as a field of relations, services, and other forms of collective value. As Settis (2011) argues, the space in which we live, whether urban or rural, is human-made because it is, by definition, a social space: it results from economic processes, political decisions, cultural factors, and lines of force that combine in different ways, altering the balances between public and private, religious and secular, functional and symbolic dimensions. It is therefore a social space in continuous evolution, whose transformation may depend on a design and strategic vision rather than on chance or on the deterioration produced by abandonment.

The inescapability and centrality of human action, together with the need for that action to be governed by logics of use rather than consumption and oriented towards future generations, is confirmed by the central place assigned to infrastructure within the UN 2030 Agenda (UN, 2020). Indeed, the most evident anthropic action on terri-

ories is normally expressed through infrastructuring processes, through actions required to support development and respond to the evolving demands and needs of populations. This theme, which is necessary to ensure quality of life, is explicitly addressed by three targets within SDG 9, namely:

- target 9.1, aimed at developing quality, reliable, sustainable, and resilient infrastructure, including regional and transborder infrastructure, to support economic development and human well-being, with particular attention to equitable and universal access;
- target 9.4, oriented towards upgrading infrastructure and sustainably retrofitting industrial systems through more efficient use of resources and greater adoption of clean and environmentally sound technologies and processes, according to the capacities of individual countries;
- target 9.a, intended to facilitate sustainable and resilient infrastructure in developing countries through enhanced financial, technological, and technical support, with particular attention to least developed countries, landlocked developing countries, and small island developing states.

These targets confirm, on the one hand, the undeniable need for progressive infrastructuring as an unavoidable condition for a more equitable and just world and, on the other, articulate a strong critique of traditional models that require a shift (Fanzini, Tartaglia and Riva, 2019; UNOPS, 2020) in terms of sustainability and long-term quality, as emphasised by the introduction of the term 'reliable'. However, the pursuit of the above objectives cannot be reduced to a single operational trajectory, nor entrusted to a highly specialised unitary model. The targets of SDG 9 themselves indicate a dual line of action: on the one hand, the development and implementation of new infrastructural models, as indicated by target 9.1; on the other, the upgrading of existing and, in many cases, strongly consolidated systems, as required by target 9.4. These objectives are still far from being



Figg. 7, 8 | Images of several preparation phases of the bundles composing the structural system (credit: the Authors, 2025).

fully achieved and require significant commitment at the programming, design, and implementation levels (UN, 2020).

In the light of these premises, the contribution aims to demonstrate how the infrastructuring of territory can be rethought through a trans-scalar, performance-based, and systemic approach capable of integrating environmental quality, ecosystem services, and social utility. The essay is structured into four sections: a critical reconstruction of the evolution of infrastructural models; analysis of the programming dimension through the Lodi PTCP; verification of the transition from programming to design through the Guidelines of the Agenzia del Demanio; and discussion of the criterion of necessity through the experimentation in the Priolo Reserve.

The three case studies were selected because they represent different moments and scales of the infrastructuring process and because they were developed consistently with the methodological approach and tools of Technological and Environmental Design for Architecture. They therefore make it possible to clarify how this approach can be deployed continuously across different situations, ensuring the necessary coherence between objectives and outcomes and responding fully to the contemporary challenges set out in the United Nations 2030 Agenda.

The scientific interest lies in the proposal of a transferable interpretative key, useful for orienting infrastructural choices that are not only sustainable, but also necessary, measurable, and consistent with the targets defined within the SDGs. In summary, the cases presented confirm the hypothesis that an infrastructure is sustainable not simply when it reduces impacts, but when it demonstrates necessity, multifunctionality, ecosystem coherence, and performance verifiability.

Infrastructures in evolution | Traditionally, infrastructures, now commonly framed as 'grey infrastructure', were created to meet a specific need.

Their implementation followed strongly functionalist and specialist logics that rarely engaged with impacts or interferences, except when they interacted with infrastructures or systems of comparable level and importance. This model is now in decline, and its effects have been, and continue to be, addressed through the introduction of tools such as Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment, and/or Appropriate Assessment, whose purpose is to accompany processes and decisions in order to limit, or possibly eliminate, the negative environmental effects produced by anthropic actions, or to identify compensatory measures capable of rebalancing any impacts produced.

In recent years, further tools have been introduced to manage the sustainability of a work more effectively, particularly in the case of major infrastructure, such as the Envision Protocol. This protocol makes it possible to assess the effectiveness of an investment, the effects of the work on the ecosystem, its durability and benefits for citizens' quality of life, and its capacity to attract private capital and generate economic value (Alini and Martino, 2023). The protocol is easy to apply, but it has limitations that are most effectively summarised by the concept of 'land take', understood as the negative environmental effect produced by anthropic intervention. It is, in fact, a model that still 'consumes' resources and causes the loss, in many cases irreversible, of opportunities for future generations.

The alternative proposed in recent years has focused on so-called 'green and blue infrastructure', namely complex systems composed of natural and/or artificial elements characterised by intrinsic multifunctionality and by the capacity not only to respond to strictly functional requirements, as grey infrastructures do, although not always with the same effectiveness, but also to contribute to the creation, restoration, or enhancement of so-called ecosystem services (Mussinelli et alii, 2018), understood as free benefits that are nevertheless

necessary for human well-being, health, the economy, and, above all, human survival itself.

The construction and implementation of green infrastructure is an approach that, formalised around thirty years ago in the United States of America, subsequently became one of the defining elements of European policies as well, not only for mitigation and adaptation to the effects of climate change, but also as a new model for managing territories, whether of higher naturalistic value or urbanised. This model has led to the identification of existing network systems to be protected, enhanced, and/or completed. Ecological networks thus become a central element in large-scale planning, not only to guarantee the quality of natural ecosystems, but also to preserve networked systems in which the continuity of ecological relations is an indispensable condition for their effectiveness and 'survival'.

However, green infrastructuring, at least with current technologies, cannot be considered a full alternative to grey infrastructuring. At present, three visions, often considered mutually exclusive, co-exist: the traditional model with greater environmental impact, accompanied by the assessment tools cited above to contain impacts; Nature-based Solutions (NbS), which propose more resilient and sustainable design approaches able to replace grey infrastructure or limit its negative effects; and infrastructuring processes primarily aimed at reconstructing ecosystems capable of providing new ecosystem services or restoring their delivery in contexts subject to anthropic pressures that had limited their effectiveness. Recent literature also shows that green infrastructures, especially in climatically fragile contexts, must be assessed not only for their physical presence or landscape value, but for their capacity to construct operational ecologies that are sustainable in terms of water, maintenance, and performance (Moscatelli and Raffa, 2023; D'Ambrosio, Rigillo and Tersigni, 2021).

With respect to the third type, there are also wholly or partly 'grey' models and approaches that

nevertheless seek to respond to climate-environmental criticalities. Examples include plants for the sequestration of carbon, or carbon dioxide, not only from industrial sources but directly from the atmosphere, before storing it underground, including through mineralisation processes (Pastero, 2023), or converting it for other industrial uses. In this sense, several facilities, including commercial ones, are already operating with the aim of paying for themselves both through the sale of carbon credits and through the production of industrial materials or new synthetic fuels.¹

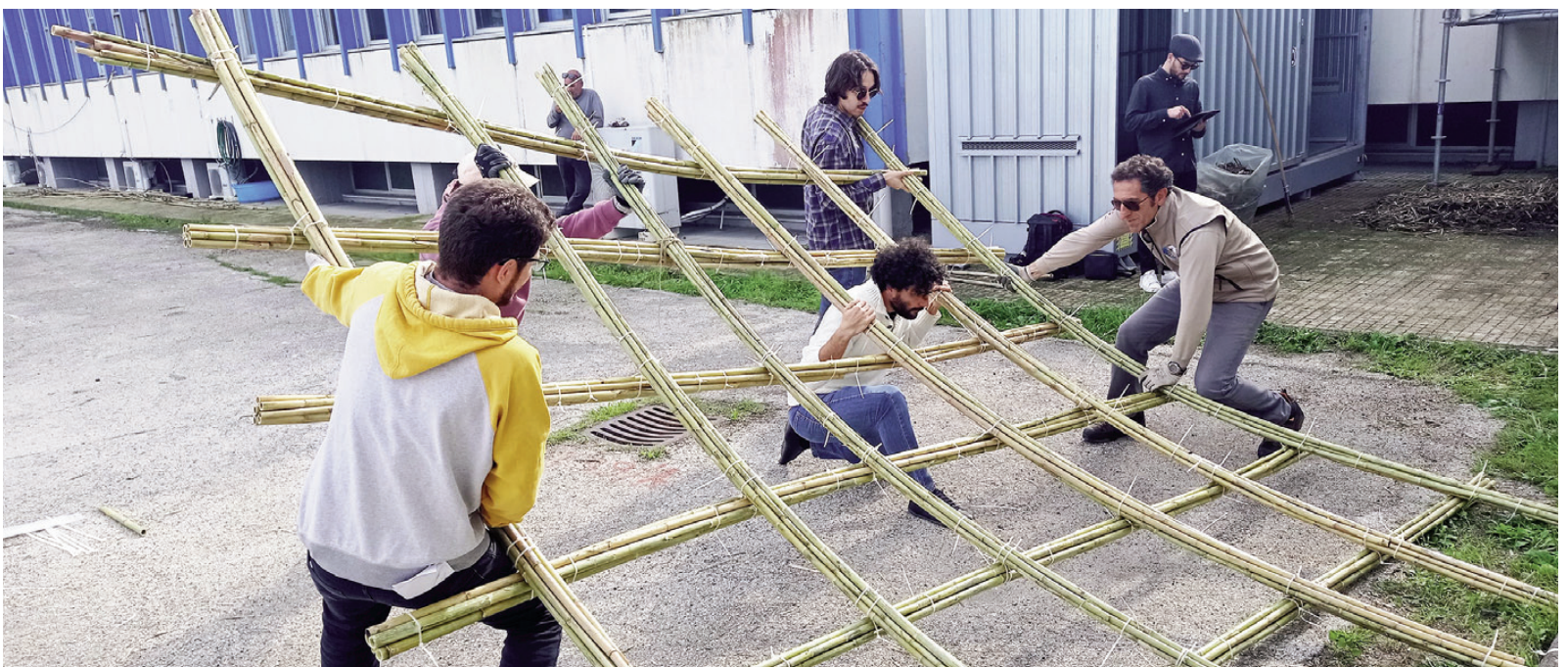
Climate, environmental, and social challenges cannot be addressed through a single solution applied indiscriminately to every context; they require a revision of consolidated practices. It is not enough to replace grey infrastructure with green infrastructure, since the necessity of the service,

the ecosystem performance, and the territorial coherence must also be assessed. As will be explained below, this means favouring transdisciplinary and trans-scalar approaches capable of ensuring continuity between supranational strategic orientations, programming and planning tools, and detailed local actions.

From this perspective, nature-based solutions cannot be considered merely as green devices to be added to existing infrastructural models, but as multi-scalar design components capable of connecting environmental objectives, ecosystem performance, and 2030 Agenda strategies (Ingaramo et alii, 2023; Grabowski, McPhearson and Pickett, 2023). This implies the need to operate across several decision-making and design levels, revising programming and planning models that, especially in Italy, often remain anchored to sectoral

and specialist logics. This approach is reversed in the three selected case studies, where traditional logics based on the opposition between grey and green infrastructure are overcome and replaced by an interpretative 'matrix' structured around three passages: the territorial-programming scale, the decision-making/design process scale, and the scale of the lightweight and reversible artefact.

Programming infrastructuring | The approach adopted for the construction of the recent Provincial Territorial Coordination Plan (PTCP)², approved by the Province of Lodi, is particularly interesting. In this case, the proposal and its contents were developed by integrating socio-economic reasoning, typical of urban planning, with socio-environmental aspects, typical of environmental design, so as to construct an interpretative framework capable of



comparing infrastructural and economic development issues with ecosystem-related elements.

The specificity of the Lodi PTCP does not lie simply in having introduced actions to improve the environmental characteristics of the territory, for example through incentives for the use of NbS or measures to counter land take. Rather, it lies in having modified the way in which the territory was read and interpreted, by seeking to compare socio-economic values and productive attractiveness with ecosystem values.

For example, analyses were developed on the water availability of provincial soils (Fig. 1), starting from land-cover data provided by the European Corine Land Cover service and subsequently processed using Simulsoil software. From this perspective, water availability is not merely an environmental indicator, but an infrastructural condition

that connects soil quality, climate-adaptation capacity, ecological continuity, and the well-being of settled communities (Angelucci and Shatvoryan, 2025). Similarly, the analyses of carbon storage in provincial soils (Fig. 2) were developed according to the InVEST 'Carbon Storage and Sequestration' model. In this sense, soil cannot be regarded as a simple surface available for transformation, but as a primary design component, endowed with ecological, hydrological, and settlement-related performances that affect the overall quality of infrastructural strategies (Tesoriere, 2023). This approach enhances local 'wealth' and resources and places aspects of the traditional economy on the same level as ecosystem values, also in terms of territorial safety and adaptation to climate change.

The cartographic overlay of these value components made it possible to reveal a very different

territorial picture, in which there were no longer attractive areas and areas undergoing abandonment, economically interesting areas and territories of limited value. On the contrary, it became possible to observe how every territory contributed in different ways to the valorisation of the provincial area, bringing highly diversified but equally important resources, especially when analysed over a medium- and long-term time horizon. Nature and open space thus assume the role of territorial capital, not reducible to an environmental reserve or a landscape constraint, but capable of orienting ecological transition processes and redefining the hierarchies between central, marginal, and productive areas (Lecardane, 2023).

This approach made it possible to move beyond traditional competitive models between territories, introducing a collaborative vision in which

Previous page

Fig. 9, 10 | Images of deformation tests and sizing of the grid modules (credits: the Authors, 2025).

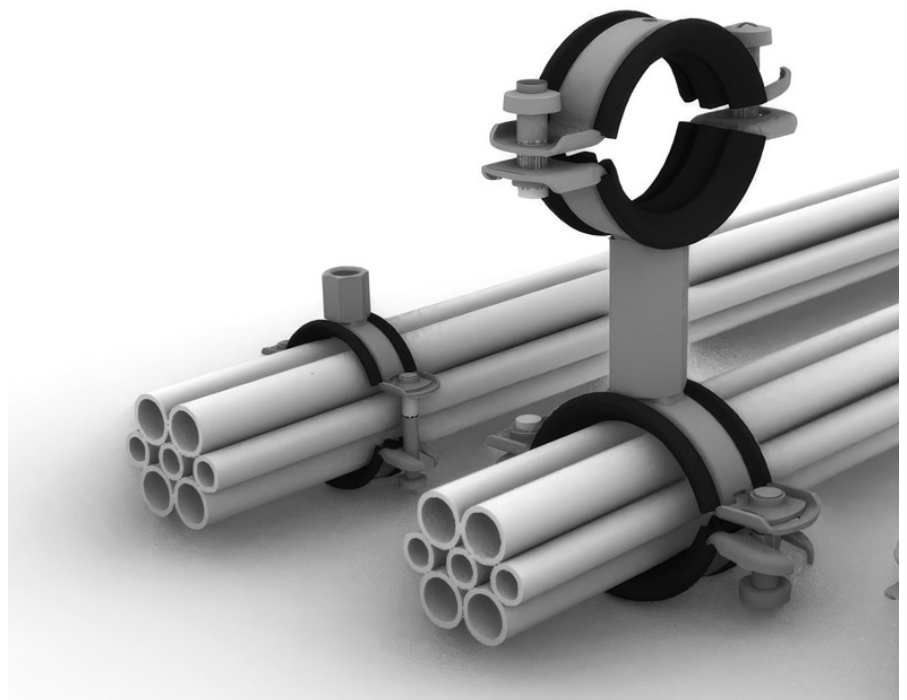
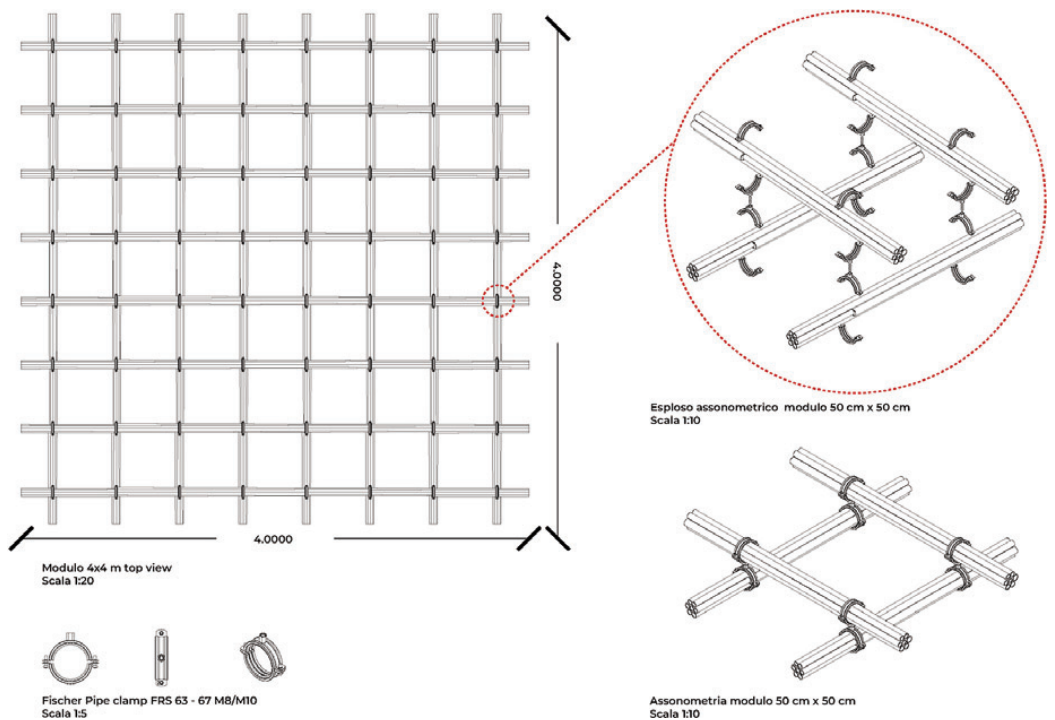


Fig. 11, 12 | Study of the connection joints of the structural elements for the construction of 'Arundo donax' artefacts (credits: P. Corbo, 2025).



Figg. 13, 14 | Images of the assembly phases of the educational room structure (credits: the Authors, 2025).

the 'successes' of certain territorial areas could and should be redistributed across the entire provincial territory, in order to enhance local specificities and vocations within a perspective of common advantage and equalisation. It was also possible to contain the demand for grey infrastructure, reduce land take, and foster a significant reversal of trend, so that local choices could contribute proactively to the construction of broader utility at provincial level without restricting the room for action of individual municipal administrations.

The idea, formalised in the final document approved by the local administrations, was to define a new model of territorial management in which economic-development processes would not only act as generative factors for green infrastructuring, but green infrastructuring itself could become a driver of local development and well-being, activating self-sustaining virtuous processes. This model did not exclude grey infrastructuring, but limited its use to situations in which it was necessary, particularly effective, and not replaceable by alternative intervention models.

Provincial-scale network actions were systematised with local interventions within a systemic and trans-scalar vision proper to environmental design (Torricelli, 2025). The aim was therefore to overcome sectoral specialisms, operational segmentations, and separations between the different scales of intervention that frequently characterise programming, planning, and design processes, while enhancing a unitary methodology that could subsequently be applied at the different moments and implementation scales of the PTCP. In this perspective, the logics used to read the territory and identify priorities at the large scale also became criteria for defining local siting and design alternatives, in line with the general strategies of the Plan.

The traditional juxtaposition between the decision-making process for territorial management and the Strategic Environmental Assessment, usually called upon to verify the sustainability of choices, was also overcome. This was achieved by integrating the Strategic Environmental Assessment indicators with those used to monitor Plan imple-

mentation, thereby making the two processes closely interdependent. This approach is consistent with the most recent approaches to integrated natural resource management, which require soil, water, vegetation, energy, and ecosystem services to be read as interconnected systems rather than as separate sectoral domains (Valente et alii, 2024). The Plan was thus configured as a genuine environmental design action, in which the process became inseparable from the product of the PTCP.

From programming to design | The pursuit of targets relating to territorial infrastructuring processes cannot, however, be limited to renewing planning and programming processes. As already noted, it must introduce, at all scales, processes and tools capable of ensuring continuity of objectives between the large scale and the individual intervention, and of ensuring that each specific action contributes to the construction of a broader territorial scenario renewed in both environmental and social qualitative terms. The design of green systems and ecosystem components must therefore be interpreted as part of a broader design transition, in which spatial devices, environmental performance, and quality of use contribute to defining new forms of sustainable infrastructuring (Pirina, Comi and d'Abramo, 2024).

In this perspective, an initial experimentation developed by the Agenzia del Demanio in collaboration with university research⁹ is particularly significant. It led to the construction of a tool initially conceived to support the selection of priority interventions to be funded and subsequently developed into a device capable of accompanying the entire process, from the development of design proposals through to monitoring during use. Its relevance lies in its capacity to broaden the assessment field of individual interventions, integrating environmental and social aspects and moving beyond a logic limited to the original objectives that motivated the funding of the works.

This approach responds to the very nature of the SDGs, in which environmental and social dimensions are closely interrelated when the ulti-

mate aim is long-term human well-being. Sustainable infrastructures generate effects that go beyond the perimeter of SDG 9, activating synergies with circular water management, urban metabolism, the quality of inhabited space, and climate adaptation (Dessi et alii, 2025; Sposito and Mittersteiner, 2025). The challenge of the research conducted with the Agenzia del Demanio was therefore to overcome the sectoral nature of the different certification tools, whether environmental, energy-related, or wellbeing-oriented, in order to construct a unitary device capable of integrating the requirements of the ESG model with the obligations deriving from the application of the DNSH criteria, connected to the use of PNRR and NextGenerationEU funds (Tartaglia et alii, 2024). Here too, the objective was to move beyond specialist approaches through a system of performance indicators, supported by calculation models and procedures for performance verification, and referred to multiple dimensions of quality.

The tool was therefore oriented towards supporting, in an integrated manner, infrastructuring interventions aimed at creating new spaces for the provision of public services. In this logic, the quality of interventions was not understood as mere compliance with regulatory standards, but as the capacity to achieve more ambitious performance objectives, calibrated in relation to the complexity and scale of the design proposals, as well as to the specific characteristics and fragilities of the sites concerned. The result is a methodological apparatus with guidance, assessment, and control functions, equipped with predictive tools and indicator systems to measure and orient the environmental and social performance of works throughout the entire decision-making, design, and management cycle.

The tool, entitled 'Guidelines for the Environmental and Social Quality of Interventions' (Agenzia del Demanio, 2023), was structured according to a logical-formal scheme designed to facilitate its application in the different phases of the process, from design to construction, and through to the management and use of the artefacts (Fig. 3). Its structure associates environmental and social ob-

jectives with examples of actions and technical solutions which, although referred to specific thematic areas, are characterised by a multifunctional nature capable of generating integrated environmental, social, and performance-related benefits.

For each objective identified by the Agenzia del Demanio, the Guidelines illustrate and justify possible design actions, technical solutions, application examples, and good practices. These contents are accompanied by indicators and related calculation methods, which are necessary to measure expected and achieved performance levels. In this way, the tool makes it possible to compare the initial state with different design alternatives in the preliminary phase, to compare different solutions, including within competition procedures, and to monitor the outcomes of the intervention during construction, management, and any eventual decommissioning.

Performance verification throughout the whole process thus makes it possible to ensure coherence and continuity between programming, design, construction, and use of the work: outcomes become measurable, the effectiveness of interventions can be assessed over time, and, when criticalities emerge, targeted corrective actions can be activated. In parallel, the process contributes to the construction of a knowledge framework transferable to future interventions, feeding a progressive path of continuous improvement in the environmental and social performance of the real-estate assets managed by the Agenzia del Demanio.

From the possible to the necessary | Having placed territorial infrastructuring within a trans-scalar, performance-based, and verifiable logic, a further critical step emerges: distinguishing what is technically possible from what is genuinely necessary. Advances in scientific knowledge and technical expertise now make it possible to implement in-

creasingly complex solutions, often overcoming limits that in the past would have substantially conditioned design action. This expanded operational capacity, however, requires greater decision-making responsibility, because the possibility of building does not necessarily coincide with the advisability of doing so.

The issue therefore concerns not only the control of social and environmental impacts, but also the definition of a selection criterion based on the real necessity of the intervention and on the technical solution adopted. It is not a matter of implementing everything that appears useful or 'desirable', but of recognising, within the field of possible utilities, what responds to a condition of necessity, avoiding the compromise of one of the founding principles of sustainability as defined by the Brundtland Report (World Commission on Environment and Development, 1987): meeting the needs of the present without reducing the ability of future generations to meet their own. This shift in perspective makes it possible to reorient the design gaze, questioning operational assumptions often taken as inevitable and opening up less obvious solutions that are more coherent with the environmental, social, and territorial conditions in which the intervention is located.

From this point of view, it is useful to analyse a recent research experience developed by the University of Catania with the Saline di Priolo Oriented Nature Reserve, managed by LIPU⁴. Applying a trans-scalar approach that started from large-scale reasoning concerning the Sicilian coast between Priolo and the Fiume Ciane and Saline di Siracusa Oriented Nature Reserve (Fig. 4; Alini, Foti and Musumeci, 2025), the research identified and developed an innovative proposal for the infrastructuring of the Priolo Reserve. In particular, it addressed the development of sustainable and low-impact solutions for the use of the area, as well as

the deployment of infrastructure designed to mitigate ecosystem-related problems within the area.

On this basis, an invasive alien species was identified, responsible for a significant reduction in biodiversity and cyclically eradicated solely to contain its expansion, with the consequent production of plant waste to be disposed of in landfill (Greco, Maraldi and Molari, 2023; Greco et alii, 2024). Starting from the mechanical characterisation of 'Arundo donax', or giant reed, the research assessed the possibility of using this species to create lightweight infrastructure supporting the use of the site. The definition of its structural characteristics (Molari, Coppolino and García, 2021) made it possible to transform a waste material into a construction raw material (Fig. 5, 6), usable for the production of artefacts intended both for visitor use (Fig. 7-12), such as an educational space (Fig. 13-15), and for ecosystem conservation, as in the case of protective barriers for dune ridges. In this way, the intervention does not merely respond to specific requirements for access to, and use of, the area, but contributes to addressing broader environmental criticalities, such as the recurring production of organic waste requiring disposal and the loss of biodiversity. The latter is particularly relevant in a high-value ecosystem which, after being deeply compromised over the last century by the establishment of petrochemical plants, is now participating in a process of progressive ecological reconstruction. The reconfiguration of compromised landscapes requires moving beyond a mere logic of environmental recovery and assuming design as a tool for reconstructing ecological performance, controlled accessibility, and new relations between communities, local resources, and natural systems (Ahmed and Capuano, 2025).

The research has therefore opened up the possibility of activating new circular-economy production chains, capable of generating a value chain



Fig. 15 | Study render of the educational room (credit: the Authors, 2025).

from a local natural resource that had previously been treated as waste to be sent to landfill. 'Arundo donax' was selected as an opportunity to trigger a circular economy linked to the innovative use of a natural material capable of sequestering significant quantities of CO₂ from the air and pollutants from the soil. Recovering new uses for this material would help limit its uncontrolled expansion, give momentum to new forms of circular economy, contribute with very modest investments to soil remediation, specifically in significant portions of the Priolo SIN area, and support global strategies to combat climate change.

In territories marked by industrial pressures and processes of environmental transformation, circularity concerns not only material recovery, but also the capacity to recognise new relations between local resources, compromised heritage, environmental performance, and regeneration strategies (Baiani et alii, 2024). From this perspective, the case of the Priolo Reserve makes it possible to verify how design necessity can coincide with impact reduction and with the activation of local economies with low material intensity.

SDG 9, synergies, and trade-offs | Although the essay and the analysis of the case studies were developed from the contents of SDG 9, the reasoning and references presented are not exhausted within its targets, but relate to other Sustainable Development Goals, producing both synergies and potential trade-offs. The themes examined are in fact also directly attributable to the objectives of SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), SDG 13 (Climate Action), and SDG 15 (Life on Land), which are characterised by strongly interdependent contents that must necessarily be integrated into programming, planning, and intervention actions concerning the anthropic environment. At the same time, there are significant, albeit less direct, synergies and positive impacts deriving from improved access to services, better use of resources, and reduced territorial vulnerability, with respect to SDG 3 (Good Health and Well-being), SDG 6 (Clean Water and Sanitation), SDG 7 (Affordable and Clean Energy), SDG 8 (Decent Work and Economic Growth), and SDG 12 (Responsible Consumption and Production).

Conversely, there are also potential criticalities related to the consumption of economic and nat-

ural resources that the construction and maintenance of infrastructures inevitably require and that may conflict with the intention to safeguard ecosystems and reduce the ecological footprint. Indeed, some actions risk concealing situations that are, if not greenwashing (Freitas Netto et alii, 2020), then greenwashing (Battisti, Cuomo and Manganello, 2025), especially when interventions are not properly developed and managed, making them ineffective in both resource and economic terms. In this respect, differences between territories, including in terms of governance capacity, have a significant impact, as does the excessive tendency to monetise ecosystem services that are degraded or not produced.

Conclusions | The three examples analysed show how the methodological approach of Technological and Environmental Design, based on transscalarity, transdisciplinarity, and a systemic vision of problems and solutions, can contribute to updating the conceptual and instrumental apparatus through which territorial infrastructuring processes have traditionally been addressed. This approach is consistent with the targets of SDG 9, as it makes it possible to orient interventions towards innovative and multifunctional solutions and, when integrated with the most recent tools for the ex ante assessment of design impacts, strengthens the predictive and anticipatory capacity of design across different scales.

It is also necessary to clarify the scope of validity of the conclusions formulated. The three cases analysed constitute an intentional and qualitative corpus, selected to make explicit different scales and operating conditions of Technological and Environmental Design: the territorial-programming scale of the Lodi PTCP, the procedural and performance-based scale of the Agenzia del Demanio Guidelines, and the scale of the lightweight and reversible artefact in the experimentation at the Priolo Reserve. Their number does not allow statistical generalisation of the results, nor does it authorise automatic extension of the model to different territorial, administrative, or regulatory contexts. The value of the comparison lies instead in the construction of an interpretative and methodological reading capable of relating territorial infrastructuring, environmental quality, ecosystem services, territorial innovation, and social utility.

From this perspective, the choice of national cases made it possible to observe more coherently the relationship between the regulatory framework, administrative tools, decision-making processes, and design devices, while limiting verification of the international transferability of the model, especially in countries characterised by substantially different governance arrangements and regulatory systems. A further limitation concerns the recent implementation of the experiences considered: their environmental, social, and economic effects over the medium and long term remain only partially observable and require subsequent monitoring based on performance indicators and comparisons with further application cases. This aspect is a decisive condition for consolidating the capacity of the proposed approach to integrate, in a verifiable way, the environmental dimension, social quality, and economic sustainability within territorial infrastructuring processes.

This model certainly enters into tension with the tendency towards extreme specialisation that still characterises both research and the programming and design of interventions. The complexity of environmental and social challenges instead requires a revision of traditional models and the experimentation of alternative solutions capable of reducing the criticalities produced by anthropic actions from the twentieth century to the present. From this perspective, it is not sufficient to apply nature-based solutions in order to cloak traditional infrastructural models in green; rather, the models themselves must be rethought starting from the services that communities actually need, identifying ways of organising and equipping the territory capable of guaranteeing the provision of those services according to criteria consistent with targets 9.1, 9.4, and 9.a.

In this sense, the intention to move 'from the possible to the necessary' means adopting a new unit of measure for assessing intervention, or non-intervention, alternatives by extending the control of impacts over a broader time horizon, one that also considers different development models, and by contemplating a more articulated set of assessment criteria with which to define the real necessity of interventions in relation to the territorial context and its social and environmental contents.

Acknowledgements

The contribution is the result of a shared reflection by the Authors. Nevertheless, the paragraphs 'Programming infrastructuring' and 'From programming to design' are attributable to A. Tartaglia, the paragraph 'From the possible to the necessary' to L. Alini, while the introductory paragraph, 'Infrastructures in evolution', and 'Conclusions' are to be attributed equally to both Authors.

Notes

1) These plants, while certainly representing one route for reducing the carbon dioxide present or emitted into the atmosphere, currently show an annual storage capacity of limited significance compared with what is necessary to contain or halt the rise in the Earth's temperature. Moreover, the

storage capacity of these plants should be compared with the carbon footprint of the plants themselves in order to assess their real efficiency.

2) The PTCP of the Province of Lodi was approved by Provincial Council Resolution no. 6 of 13 March 2025. The study and research activities were carried out under the general and technical-scientific coordination of the Politecnico di Milano, Envi-Reg research group: E. Mussinelli and A. Tartaglia (Scientific Coordinators), G. Castaldo (settlement and infrastructure system), D. Cerati (environmental system and land take), R. Riva (landscape and cultural heritage), A. Sereni, and M. Mulinacci. The Planning Office was coordinated by M. Binda and consisted of N. Stasolla, F. Galli, A. Garzia, G. Villani (Extractive Activities Office), M. Arras, and D. Zanaboni (Roads – Cycle Routes Office). Legal and administrative aspects were followed by A. Fossati and C. Andena of Studio Legale Associato Fossati Andena Roma-

nghi. The detailed studies relating to the territorial geological and hydrogeological structure were developed by GEOLAMBDA Engineering S.r.l. – M. Daguati, F. Fassera, and L. Pezzoni. The detailed studies relating to the Strategic Environmental Assessment were carried out by Landmarkstudio, G. Fontana and G. Paris, with G. L. Bisogni.

3) The tool was initially conceived as part of an Agenzia del Demanio project, funded by DG Reform of the European Commission under the Technical Support Instrument (TSI) programme, aimed at providing tailor-made technical expertise to EU countries for the design and implementation of economic and social reforms. In particular, the Agenzia del Demanio obtained funding for the development of a methodology intended to integrate the technical-economic assessment of investment initiatives for building interventions on the State real-estate assets with attention to environmental, social, and governance factors. The tool was subsequently

implemented and refined in the form of the 'Guidelines for the Environmental and Social Quality of Interventions' within a research collaboration with the ENVI-Reg Research Group of the Politecnico di Milano. The research group that worked on the Guidelines was composed as follows: for the Agenzia del Demanio, M. Babudri, S. Arcamone, S. Domini, C. Scaramella, and G. Antonino (Direzione Servizi al Patrimonio), and F. Salucci, R. Pacini, G. Capri, and D. Giallonardo (Struttura per la Progettazione); for the Politecnico di Milano, E. Mussinelli and A. Tartaglia (Scientific Coordinators), R. Bolici, M. Buffoli, G. Castaldo, D. Cerati, G. Dall'O, D. Fanzini, G. Fontana, M. Lavagna, and A. Sereni, as well as A. F. L. Baratta and A. Magarò of Università di Roma 'Tre'.

4) The research 'Use and Enhancement of the Saline di Priolo Oriented Nature Reserve' falls within the research agreement between the Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Catania (Scientific Coordinator L. Alini) and the Saline di Priolo Oriented Nature Reserve (Scientific Coordinator F. Cilea, LIPU). The activity involved, in its different phases, researchers from four additional Italian universities (for the University of Naples Federico II, contacts S. Pone and B. Faggiano; for the Politecnico di Bari, contact G. Fallacara; for the Politecnico di Milano, contact A. Rogora; for the Politecnico di Torino, A. Manuello Agnello; for the University of Catania, A. Tartaglia).

References

- Agenzia del Demanio (2023), *Linee guida per la qualità ambientale e sociale degli interventi – versione marzo 2023*, documento interno.
- Ahmed, S. R. and Capuano, A. (2025), "Infrastrutture blu per la rigenerazione ecologica – Il recupero di siti estrattivi ad Amburgo e Roma | Blue infrastructures for ecological regeneration – The recovery of mining sites in Hamburg and Rome", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 18, pp. 84-97. [Online] Available at: doi.org/10.69143/2464-9309/1832025 [Accessed 29 March 2026].
- Alini, L., Foti, E. and Musumeci, R. E. (2025), "Waterfront Siracusa – Infrastrutture verdi e restauro costiero | Green infrastructure and coastal restoration – The Siracusa waterfront", in Losasso, M. and Romano, R. (ed.), *Progettazione Ambientale, sfide globali, scenari di ricerca – Contributi alla ricerca del cluster Progettazione Ambientale della Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura | Environmental Design, global challenges, research scenarios – Contributions to research of the Environmental Design Cluster of the Italian Society of Architectural Technology*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, pp. 122-127. [Online] Available at: doi.org/10.30448/UNI.916.72445 [Accessed 29 March 2026].
- Alini, L. and Martino, A. (2023), "Progettare la sostenibilità – Metodi e strategie di valutazione ambientale | Designing sustainability – Environmental assessment methods and strategies", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 26, pp. 267-275. [Online] Available at: doi.org/10.36253/techne-15289 [Accessed 29 March 2026].
- Angelucci, F. and Shatvoryan, A. (2025), "Riconnettere le dimensioni di acqua, città e comunità – Una sperimentazione a Yerevan (Armenia) | Reconnecting the dimensions of water, city, and community – An experiment in Yerevan (Armenia)", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 18, pp. 162-177. [Online] Available at: doi.org/10.69143/2464-9309/1882025 [Accessed 29 March 2026].
- Baiani, S., Altamura, P., Turchetti, G. and Romano, G. (2024), "Transizione energetica e circolare del patrimonio industriale – Il caso dell'ex SNIA a Roma | Energy and circular transition of the industrial heritage – The Ex SNIA case in Rome", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 190-203. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15152024 [Accessed 29 March 2026].
- Battisti, L., Cuomo, F. and Manganelli, A. (2025), "Collaborative governance arrangements – What makes nature-based solutions endure?" in *Territory, Politics, Governance*, vol. 13, issue 10, pp. 1421-1441. [Online] Available at: doi.org/10.1080/21622671.2024.2355317 [Accessed 29 March 2026].
- D'Ambrosio, V., Rigillo, M. and Tersigni, E. (eds) (2021), *Transizioni – Conoscenza e progetto climate proof*, CLEAN, Napoli.
- Dessi, V., Clementi, M., Labrozzi, E., Oppimitti, F., D'Ostuni, M., Soh, C. B., Chien, S. C. and Ang, B. T. W. (2025), "Agricoltura urbana e architettura – L'acqua per ottimizzare la sinergia edificio-vegetazione | Urban agriculture and architecture – Water for optimising the building-vegetation synergies", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 18, pp. 224-237. [Online] Available at: doi.org/10.69143/2464-9309/18122025 [Accessed 29 March 2026].
- Fanzini, D., Tartaglia, A. and Riva, R. (eds) (2019), *Projects challenges – Sustainable development and urban resilience*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna. [Online] Available at: theplan.it/eng/politecnica-university-press/project-challenges-sustainable-development-and-urban-resilience [Accessed 29 March 2026].
- Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B. and da Luz Soares, G. R. (2020), "Concepts and forms of greenwashing: a systematic review", in *Environmental Sciences Europe*, vol. 32, issue 19, pp. 1-12. [Online] Available at: doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3 [Accessed 29 March 2026].
- Grabowski, Z. J., McPhearson, T. and Pickett, S. T. A. (2023), "Transforming US urban green infrastructure planning to address equity", in *Landscape and Urban Planning*, volume 229, article 104591, pp. 1-12. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104591 [Accessed 29 March 2026].
- Greco, S., Maraldi, M. and Molari, L. (2023) "Grading bamboo through four-point bending tests – A report on six species of Italian bamboo", in *Construction and Building Materials*, vol. 404, article 133168, pp. 1-10. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133168 [Accessed 29 March 2026].
- Greco, S., Molari, L., Valdrè, G. and Garcia, J. J. (2024), "Multilevel analysis of six species of Phyllostachys bamboo and Arundo donax – Preliminary survey on Italian grown stands", in *Wood Science and Technology*, vol. 58, pp. 1025-1049. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s00226-024-01547-0 [Accessed 29 March 2026].
- Ingaramo, R., Negrello, M., Khachatourian Saradehi, I. and Khachatourian Saradehi, A. (2023), "Il progetto scalare delle nature-based solutions per l'Agenda 2030 – Innovazioni e interconnessioni | Transcalar project of nature-based solutions for the 2030 Agenda – Innovations and interconnections", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 97-108. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1382023 [Accessed 29 March 2026].
- Lecardane, R. (2023), "Natura Capitale – Transizione ecologica e fenomeni di trasformazione dello spazio aperto | Nature Capital – An ecological transition and open space transformation phenomena", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 119-130. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13102023 [Accessed 29 March 2026].
- Molari, L., Coppolino, F. S. and García, J. J. (2021), "Arundo donax – A widespread plant with great potential as sustainable structural material", in *Construction and Building Materials*, vol. 268, article 121143, pp. 1-14. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121143 [Accessed 29 March 2026].
- Moscatelli, M. and Raffa, A. (2023), "Infrastrutture verdi in contesti aridi urbani – Ecologie in transizione oltre il Green Riyadh | Green infrastructure in arid urban contexts – Transitioning ecologies beyond Green Riyadh", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 75-86. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1362023 [Accessed 29 March 2026].
- Mussinelli, E., Tartaglia, A., Bisogni, L. and Malcevski, S. (2018), "Il ruolo delle Nature-Based Solutions nel progetto architettonico e urbano | The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 15, pp. 116-123. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-22112 [Accessed 29 March 2026].
- Pastero, L. (2023), "Mineralizzazione della CO₂ – Processi naturali ed applicazioni all'industria e all'ambiente", in Oberti, R. (ed.), *Scienze e materiali mineralogici per uno sviluppo sostenibile*, Accademia delle Scienze di Torino, Torino, pp. 159-177. [Online] Available at: accademidelle-scienze.it/media/cafcc55c-7ecd-45fb-a0f5-2229daff0499 [Accessed 29 March 2026].
- Pirina, C., Comi, G. and d'Abramo, V. (2024), "Per una transizione progettuale – Composizione e progetto del verde per la città contemporanea | For a design transition – Green composition and design for the contemporary city", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 124-137. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1592024 [Accessed 29 March 2026].
- Settis, S. (2011), *Paesaggio Costituzione cemento – La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Einaudi, Torino.
- Sposito, C. and Mittersteiner, G. (2025), "Riciclo idrico e raffrescamento urbano – Un nuovo paradigma metabolico Acqua / Energia / Cibo per le città temperate | Water recycling and urban cooling – A new Water / Energy / Food metabolic paradigm for temperate cities", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 18, pp. 22-71. [Online] Available at: doi.org/10.69143/2464-9309/1812025 [Accessed 29 March 2026].
- Tartaglia, A., Babudri, M., Salucci, F., Pacini, R. and Sereni, A. (2024), "Strumenti integrati per la promozione e il controllo della qualità del progetto | Integrated tools for quality promotion and project control", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 27, pp. 167-176. [Online] Available at: doi.org/10.36253/techne-15129 [Accessed 29 March 2026].
- Tesoriere, Z. (2023), "Architettura, custode della natura – Il progetto di suolo nella trasformazione delle autostrade urbane, 1962-2018 | Architecture, the guardian of nature – The project of the ground within the transformation of urban highways, 1962-2018", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 87-96. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1372023 [Accessed 29 March 2026].
- Torricelli, M. C. (2025), *Introduzione alla progettazione tecnologica ambientale dell'architettura*, Laterza, Roma.
- UN – United Nations (2020), *The Sustainable Development Goals Report 2020*, United Nations, New York. [Online] Available at: unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf [Accessed 29 March 2026].
- UNOPS (2020), *Infrastructure for Peacebuilding – The role of infrastructure in tackling the underlying drivers of fragility*. [Online] Available at: content.unops.org/publications/Infrastructure_Peacebuilding_EN_Web.pdf [Accessed 29 March 2026].
- Valente, R., Mazingo, L. A., Bosco, R. and Giacobbe, S. (2024), "Gestione integrata delle risorse naturali in contesti urbani sostenibili | Integrated natural resource management in sustainable urban context", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 180-189. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15142024 [Accessed 29 March 2026].
- World Commission on Environment and Development (1987), *Report of the World Commission on Environment and Development – Our common future*, Oxford University Press, Oxford. [Online] Available at: digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf [Accessed 29 March 2026].