

19

M. O. Ingaramo, E. C. C. Chiara,
A. Leme Fleury, C. H. Stamatopoulos

DESIGN AND ACTIVE RESEARCH FOR SDG
Ecosystems of sustainable innovation

In: AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art
and Design | n. 19 | 2026 | pp. 59-72
ISSN print: 2464-9309 – ISSN online: 2532-683X |
doi.org/10.69143/2464-9309/1912026

ARTICLE INFO

Received	10 March 2026
Revised	16 April 2026
Accepted	16 April 2026
Published	30 June 2026

DESIGN E RICERCA ATTIVA PER GLI SDG

Ecosistemi di innovazione sostenibile

DESIGN AND ACTIVE RESEARCH FOR SDG

Ecosystems of sustainable innovation

Matteo Oreste Ingaramo, Eugenia Carla Cosima Chiara,
André Leme Fleury, Charalampos Harris Stamatopoulos

ABSTRACT

Gli ecosistemi di innovazione sono reti sociotecniche multilivello il cui sviluppo è determinato dalla co-progettazione, dalla governance collaborativa e dalla leadership strategica. Il presente articolo propone un quadro metodologico per valutare il contributo del design agli ecosistemi dell'innovazione a livello meso. Basato sul metodo Research Through Design lo studio combina un'analisi della letteratura, una valutazione quantitativa delle KPI assistita dall'intelligenza artificiale e interviste qualitative a esperti finalizzate ad analizzare tre ecosistemi dell'innovazione: la regione di San Paolo, la Lombardia e Stoccolma-Uppsala. I risultati suggeriscono che il design è strutturalmente presente in tutti e tre i contesti, ma in gran parte assente dai sistemi di misurazione. Lo studio conclude proponendo un programma di ricerca più ampio per la co-progettazione di infrastrutture di misurazione e politiche di design basate su dati concreti, in linea con gli SDG 9 e 17.

Innovation ecosystems are multilayered sociotechnical networks whose development is shaped by co-design, collaborative governance, and strategic leadership. This paper proposes a methodological framework to assess the design's contribution to innovation ecosystems at the meso level. Grounded in research-through-design, the study combines literature review, AI-assisted KPI estimation, and expert interviews to analyse three innovation ecosystems: the São Paulo, Lombardy, and Stockholm-Uppsala regions. The findings suggest that design is structurally present across the three contexts, but largely absent from measurement systems. The study concludes by proposing a broader research agenda for co-designing measurement infrastructures and evidence-based design policy aligned with SDGs 9 and 17.

KEYWORDS

sviluppo sostenibile, collaborazione università-industria, ecosistemi di innovazione, industria 5.0, research through design

sustainable development, university-industry collaboration, innovation ecosystems, industry 5.0, research-through-design

Matteo Oreste Ingaramo, Architect and PhD, is an Associate Professor of Design at the Politecnico di Milano (Italy). He is the Head of Corporate Relations at the School of Design of the Politecnico di Milano. He carries out research on collaboration between the University and Industry in the design field. E-mail: matteo.ingaramo@polimi.it

Eugenia Carla Cosima Chiara, PhD, is a Designer and Researcher at the Politecnico di Milano (Italy), specialising in design for local impact. E-mail: eugenia.chiara@polimi.it

André Leme Fleury is an Associate Professor at the University of São Paulo (Brazil), working across the fields of design and engineering. A specialist in agile innovation, his research explores innovative interfaces between design and engineering. E-mail: andre.fleury@usp.br

Charalampos Harris Stamatopoulos is the Managing Director and a Board Member of Sustainability InnoCenter, an independent non-profit innovation and research centre based in Uppsala (Sweden), with a primary focus on sustainability, innovation, and strengthening the impact of research and cross-sector collaboration, including social actors. E-mail: harris.stamatopoulos@uu.se



Gli ecosistemi costituiscono reti sociotecniche multilivello attraverso le quali i sistemi prodotto-servizio vengono ideati, prodotti e diffusi collettivamente (Tsujimoto et alii, 2018). La loro nascita può derivare da dinamiche di auto-organizzazione o da interventi mirati, guidati dal design e dalla gestione (Sposito and Scalisi, 2024). Poiché i progressi tecnologici consentono sempre più la progettazione di esperienze d'uso complesse, una comprensione più profonda degli utenti rappresenta un punto di partenza fondamentale per lo sviluppo di ecosistemi integrati (Beckman, 2025). In questi contesti i metodi di co-progettazione forniscono percorsi strutturati per l'innovazione collaborativa in contesti multidisciplinari, nei quali i progettisti agiscono come orchestratori di conoscenze distribuite, facilitatori dei processi decisionali e traduttori di contributi diversi in artefatti progettuali condivisi, consentendo soluzioni coerenti, significative e sensibili al contesto (Gasparotto et alii, 2021; Paay, Kuys and Taffe, 2021; Campagnaro et alii, 2025; Mosely et alii, 2025).

Nel contesto dell'Agenda 2030 e dei suoi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG; UN, 2015), in particolare degli SDG 9 (Industria, innovazione e infrastrutture) e 17 (Partnership per gli obiettivi), la progettazione degli ecosistemi implica la modellazione di attività umane, prodotti ed esperienze come componenti interconnesse di sistemi ecologici e sociali più ampi (Beckman, 2025); negli ultimi dieci anni è diventato sempre più urgente sviluppare approcci solidi per esplorare, misurare e analizzare l'impatto del design sugli ecosistemi dell'innovazione. Da quando il documento OCSE del 2015 (Galindo-Rueda and Millot, 2015) ha proposto un quadro di riferimento fondamentale per misurare il contributo del design all'innovazione a livello nazionale il dibattito si è notevolmente evoluto: il design è passato da un'attività estetica marginale a un motore strategico centrale dello sviluppo dell'ecosistema, della co-creazione e della trasformazione sistemica, come dimostrato dalla sua crescente integrazione nei quadri dell'Industria 5.0, nelle iniziative di economia rigenerativa e nei partenariati multistakeholder allineati agli SDG (Nahavandi, 2019; Blanco et alii, 2021; Xu et alii, 2021). Questo ruolo più ampio e sistemico richiede strumenti di misurazione in grado di andare oltre i modelli a livello micro come la 'scala del design' (Wrigley, Mosely and Tomitsch, 2018; Hyysalo et alii, 2023; Zannoni et alii, 2024; Ilhan and Özemir, 2025).

Spinti in parte dal notevole successo delle aziende tecnologiche con sede nella Silicon Valley (Katz, 2015) gli ecosistemi dell'innovazione sono stati in gran parte analizzati da una prospettiva geografica, con particolare attenzione ai contributi relativi dei diversi attori all'interno di questi cluster imprenditoriali (Startup Genome, 2025). Tuttavia il ruolo specifico del design, a partire dai suoi attori principali e dalle dinamiche distintive di orchestrazione, rimane poco esplorato all'interno degli ecosistemi di innovazione; di conseguenza, mentre è emerso un corpus sostanziale di studi sia a livello macro che micro, persiste una lacuna critica a livello meso, in cui la diffusione del design deve essere compresa alla luce delle sue specificità strutturali e contestuali sia come pratica sia come ambito di ricerca.

In questo contesto il presente documento illustra i risultati preliminari di un progetto di ricerca condotto da tre prestigiose Istituzioni accademici

che e finalizzato allo sviluppo e alla verifica empirica di quadri metodologici per misurare il contributo del design all'interno di ecosistemi di innovazione a livello meso. Nello specifico lo studio analizza in che modo il design possa essere inteso come una capacità misurabile a livello di sistema, attraverso una serie strutturata di indicatori chiave di prestazione (KPI), ed esamina come tali indicatori possano essere applicati e interpretati in diversi contesti regionali e istituzionali.

La ricerca assume come questione centrale la possibilità di rendere leggibili e comparabili, in modo sistematico, i contributi relazionali, procedurali e contestuali attraverso cui il design concorre alla configurazione degli ecosistemi di innovazione. Da tale interrogativo derivano due ulteriori domande operative: in che misura i metodi assistiti dall'intelligenza artificiale possono sostenere la stima, la comparazione e la validazione di indicatori costruiti a partire da basi di dati eterogenee? E in che modo le interviste a esperti possono approfondire, qualificare e contestualizzare le forme di orchestrazione esercitate dal design a livello meso, a partire dai pattern preliminari emersi dall'analisi assistita dall'IA?

Il documento è strutturato come segue: dopo aver definito i fondamenti concettuali che collegano il design, gli ecosistemi di innovazione e gli obiettivi SDG 9 e SDG 17 presenta la metodologia 'research-through-design' e descrive lo sviluppo di due strumenti, il quadro di riferimento dei KPI a sei dimensioni e il questionario di ricerca qualitativa; a seguire riporta i risultati quantitativi e qualitativi di un'analisi comparativa sperimentale degli ecosistemi di Lombardia, Stoccolma-Uppsala e San Paolo, condotta per valutare la validità degli strumenti proposti ed esplorarne il potenziale di ulteriore perfezionamento nell'ambito di un'iniziativa di ricerca internazionale più ampia; infine discute le implicazioni, i limiti e le direzioni future dell'approccio proposto.

Il contributo scientifico dell'articolo consiste nel proporre metodi di misurazione del design attraverso un quadro teoricamente fondato, empiricamente testato e metodologicamente ibrido che rende il ruolo sistemico del design negli ecosistemi di innovazione più leggibile, comparabile e attuabile. Integrando l'analisi assistita dall'intelligenza artificiale con la validazione da parte di esperti e collocando il design in una prospettiva di livello meso allineata agli SDG, lo studio offre una lente analitica innovativa e uno strumento generativo per dare forma sia alla ricerca accademica sia alle politiche di innovazione basate su dati concreti.

Metodologia e fasi | Il presente documento illustra i risultati preliminari di un progetto di ricerca condotto da tre prestigiose istituzioni accademiche con l'obiettivo di sviluppare e verificare empiricamente dei quadri metodologici per misurare il contributo del design agli ecosistemi dell'innovazione a livello meso. Data la fase iniziale del progetto e la necessità di prototipare il suo artefatto principale, l'approccio 'research-through-design' (RTD) è stato considerato il più appropriato, in quanto supporta lo sviluppo iterativo e il perfezionamento riflessivo del quadro. L'RTD è un approccio generatore di conoscenza che integra l'indagine direttamente nell'atto stesso di progettare (Desmet, Overbeeke and Tax, 2001; Wikander, Collins and Evans, 2025); la sua importanza risiede nella capacità di confron-

tarsi con le dimensioni progettuali, speculative e aperte del design, che i metodi scientifici tradizionali spesso faticano a gestire (Prochner and Godin, 2022; Cash, Daalhuizen and Hekkert, 2023). L'approccio investigativo dello studio ha seguito una struttura iterativa organizzata attorno alle tre fasi principali della RTD (Costa et alii, 2018).

La prima fase, denominata Sviluppo Concettuale, ha definito le basi teoriche e analitiche dello studio attraverso una revisione narrativa della letteratura incentrata su evidenze, metriche e indicatori misurabili nell'ambito delle politiche di innovazione. La revisione è passata da quadri di riferimento generali per la misurazione del design ad approcci più specifici a livello di ecosistema, in grado di cogliere il ruolo del design su scala meso. Gli indicatori chiave di prestazione più rilevanti individuati nel quadro dell'OCSE (2015) sono stati selezionati come riferimenti fondamentali per il presente studio e riassunti nella Tabella 1.

La seconda fase, Attuazione, ha tradotto il quadro concettuale in un disegno di ricerca operativo che ha combinato la raccolta di dati quantitativi con un'indagine qualitativa strutturata. Partendo da una prospettiva quantitativa il quadro KPI a sei dimensioni risultante è stato applicato agli ecosistemi di innovazione associati alle istituzioni accademiche coinvolte nello studio, avvalendosi di strumenti assistiti dall'intelligenza artificiale per analizzare banche dati bibliometriche, registri di brevetti e set di dati relativi a startup e venture capital.

La Tabella 2 presenta una panoramica del quadro di riferimento e dei suoi 35 KPI associati. A livello qualitativo sono state condotte interviste semi-strutturate con rappresentanti di alto livello di quattro organizzazioni che coordinano gli ecosistemi, situate nei contesti urbani in cui si trovano gli Istituti accademici partecipanti. Il questionario dell'intervista semi-strutturata è stato sviluppato come complemento qualitativo al quadro KPI quantitativo e per esplorare come queste caratteristiche siano percepite, attuate e sostenute all'interno degli ecosistemi dell'innovazione (Tab. 3).

La terza fase, la Valutazione, ha valutato criticamente il quadro integrativo analizzando le convergenze e le divergenze tra i risultati quantitativi e le evidenze qualitative negli ecosistemi della Lombardia, Stoccolma-Uppsala e San Paolo. La validazione è stata rafforzata dall'inclusione di prospettive istituzionali eterogenee in tali ecosistemi. La valutazione ha generato contributi sia teorici sia pratici, pertanto il quadro risultante viene proposto come prototipo iterativo a supporto di futuri perfezionamenti nella misurazione del contributo del design agli ecosistemi di innovazione. I risultati ottenuti forniranno inoltre spunti per la fase successiva di un progetto di ricerca internazionale che esaminerà più direttamente il valore e la rilevanza del design come orchestratore degli ecosistemi di innovazione.

Per chiarire le condizioni di replicabilità dello studio il protocollo di ricerca è stato definito in modo esplicito per quanto riguarda la costruzione e la selezione degli indicatori chiave di prestazione, le procedure di stima, i criteri di validazione, la struttura delle interviste, l'inclusione organizzativa e la triangolazione, al fine di consentire una futura replicabilità. In linea con le tre fasi di ricerca e sviluppo tecnologico sopra descritte il quadro degli indicatori chiave di prestazione è stato sviluppato attraverso un processo basato sulla letteratura scientifica, fondato su studi relativi alla misurazione del

METHODOLOGY



Fig. 1 | Methodology (credit: E. Chiara, 2025).



Fig. 2 | Ecosystems' geographical positioning (credit: E. Chiara, 2025).

design, alle politiche di innovazione e agli ecosistemi, con particolare riferimento all'OCSE e all'OMPI. La stima degli indicatori si è basata su fonti accessibili al pubblico e riconosciute a livello istituzionale ed è stata supportata da una procedura coerente e assistita dall'intelligenza artificiale in tutti gli ecosistemi analizzati.

La validazione si è basata sulla convergenza tra le fonti, sulla coerenza contestuale e sulla plausibilità qualitativa, con particolare attenzione alle prove basate su proxy o divergenti. Le interviste semi-strutturate derivanti dalle sei dimensioni dei KPI hanno integrato la fase quantitativa, cogliendo gli aspetti relazionali e debolmente formalizzati del contributo del design, mentre alcune organizzazioni sono state incluse per i loro riconosciuti ruoli di intermediazione e di ecosistema. Nel loro insieme la combinazione di revisione della letteratura, la stima dei KPI assistita dall'IA e le interviste agli esperti definisce un protocollo triangolato che rafforza la trasparenza, la trasferibilità e la cauta riproducibilità del quadro in condizioni di disponibilità parziale dei dati.

Sviluppo concettuale | La misurazione del design, sia come processo sia come risultato, pone notevoli sfide metodologiche. A differenza dell'innovazione tecnologica, che può essere monitorata attraverso i brevetti depositati, la spesa in ricerca e

sviluppo o il lancio di prodotti, il contributo del design all'innovazione è intrinsecamente relazionale e dipende dal contesto, manifestandosi in cambiamenti nei comportamenti degli utenti, nella cultura organizzativa, nella capacità di collaborazione e nella coerenza sistemica piuttosto che in risultati distinti e quantificabili (Verganti, 2008; Deserti and Rizzo, 2014). Questa elusività è particolarmente rilevante a livello meso, dove l'unità di analisi non è né la singola impresa né l'economia nazionale, ma le strutture intermedie – tra cui cluster, reti, piattaforme e partnership – attraverso le quali gli attori del design interagiscono e co-creano valore. Affrontare questa sfida metodologica richiede quindi un disegno di ricerca volutamente multilivello.

Dal punto di vista dell'Agenda 2030 il design definisce cosa si intende per qualità, chi viene incluso e quali compromessi vengono accettati, plasmando così la resilienza degli ecosistemi dell'innovazione in quanto costrutti sociotecnici e culturali (Nahavandi, 2019). Nel contesto dell'SDG 9 il design funge da livello di traduzione fondamentale tra la possibilità tecnica e l'implementazione nel mondo reale (Barbero and Ferrulli, 2023): i metodi di service design integrano accessibilità e adattabilità nei sistemi infrastrutturali (Belluzzi Mus et alii, 2021), mentre il pensiero orientato al ciclo di vita, la modularità e l'ingegneria dei fattori umani contribuiscono a ridurre la fragilità associata all'adozione di tec-

nologie pulite durante l'aggiornamento industriale. Inoltre il service design abbassa le soglie di partecipazione per le PMI riducendo la complessità e i costi dei sistemi finanziari e di approvvigionamento (Kaynak, Piri and Das, 2025). Il design svolge anche un ruolo centrale nel trasformare i risultati della ricerca e sviluppo in soluzioni utilizzabili, desiderabili e implementabili in contesti con molteplici parti interessate (Norman and Verganti, 2014). A livello di infrastruttura digitale il design inclusivo garantisce che la connettività si traduca in un uso significativo al di là dei diversi vincoli linguistici, cognitivi e materiali (Belluzzi Mus et alii, 2021).

Nel contesto dell'SDG 17 il design crea valore principalmente attraverso il suo ruolo operativo nel favorire partnership più efficaci e inclusive, contribuisce a ridurre gli attriti e ad aumentare la responsabilità nei sistemi di finanziamento (Akenroye et alii, 2020), generando al contempo oggetti di confine – quali roadmap condivise, prototipi e schemi di servizio – che sostengono il trasferimento tecnologico e rafforzano la capacità di assorbimento (Brown and Katz, 2009). Inoltre il design può ridurre gli oneri amministrativi che limitano in modo sproporzionato la partecipazione delle piccole e medie imprese al business, favorendo così un accesso più equo alle opportunità di partnership (Katz, 2015). Infine migliora l'attuabilità delle politiche allineando gli incentivi istituzionali e trasformando i dati in un'in-

frastruttura decisionale utilizzabile (Akenroye et alii, 2020). Insieme l'SDG 9 e l'SDG 17 forniscono l'im-palcatura normativa e analitica per un'agenda di ricerca a livello meso in grado di cogliere il contributo misurabile del design all'innovazione sistemica e multi-stakeholder.

Tenendo conto della correlazione tra la pratica del design e gli SDG 9 e 17 e basandosi sul Global Innovation Index 2024 dell'OMPI (WIPO, 2024) come riferimento strutturale, questo studio propone una valutazione quantitativa delle prestazioni degli ecosistemi guidati dal design, misurando il contributo del design alla configurazione e all'operatività degli ecosistemi di innovazione attraverso sei dimensioni. Ciascuna dimensione è stata selezionata per la sua capacità di rivelare un aspetto distinto e non ridondante del ruolo del design all'interno del più ampio sistema dell'innovazione, costituendo così un quadro analiticamente coerente ed empiricamente gestibile in contesti regionali e istituzionali diversi.

Attuazione: risultati quantitativi | Misurare il contributo del design pone notevoli sfide metodologiche, in particolare a livello di mesoscala, dove l'impatto del design è diffuso, distribuito e si estende nel tempo. Gli effetti di rete, le ricadute culturali e le trasformazioni qualitative – ad esempio un programma universitario di design che, nel corso degli anni, rimodella la cultura dell'innovazione di un ecosistema regionale di startup – sono spesso invisibili agli indicatori standard bibliometrici, finanziari o basati sulla produttività. Un'altra sfida riguarda la dimensione temporale: l'impatto del design sull'ecosistema si sviluppa attraverso cicli iterativi di prototipazione, apprendimento e adattamento che resistono a una valutazione istantanea, in particolare nelle iniziative rigenerative e allineate agli SDG.

In questo contesto i modelli linguistici di grandi dimensioni (LLM) offrono un'alternativa accessibi-

le, poiché non richiedono né dati di addestramento etichettati né competenze tecniche specialistiche (Nava and Melis, 2024; Osello et alii, 2024; Yisha et alii, 2026). Studi recenti dimostrano sia le potenzialità sia i limiti della revisione sistematica assistita da LLM. Gartlehner et alii (2025), Insuk et alii (2025) ed Eisele-Metzger et alii (2025) hanno testato modelli quali Claude 2, Claude 3.5 Sonnet e ChatGPT-4o in attività quali l'estrazione dei dati, lo screening di titoli e abstract e la valutazione del rischio di bias, ottenendo risultati che vanno da un'accuratezza del 90% nello screening del testo completo a una concordanza da lieve a discreta in compiti più interpretativi. Tutti e tre gli studi convergono sulla stessa conclusione: i modelli LLM funzionano in modo più efficace come strumenti di supporto paralleli che operano accanto ai revisori umani, non come sostituti autonomi.

L'utilizzo di Claude Sonnet 4.6 e ChatGPT 5.1 nel presente studio è giustificato dalla corrispondenza tra le capacità tecniche di questi modelli e i requisiti metodologici del quadro analitico adottato. L'analisi richiede la comparabilità dei dati a livello interregionale, compresa la normalizzazione demografica, la conversione finanziaria e l'adeguamento della densità spaziale, operazioni che traggono vantaggio da strumenti in grado di elaborare dati eterogenei e di applicare criteri di classificazione coerenti su grandi volumi di testo. Inoltre la capacità di contesto estesa di questi modelli supporta le procedure di convalida dello studio, tra cui la triangolazione tra fonti indipendenti, la verifica dei risultati della classificazione automatica dei testi e il controllo incrociato del numero di brevetti e pubblicazioni. Nel loro insieme queste caratteristiche contribuiscono a una maggiore coerenza analitica,

Indicator	Definition
Design use / design integration	Degree to which design is incorporated into the firm's activities, ranging from marginal or cosmetic use to a central and determining role in innovation and business operations
Product innovation	Introduction of new or significantly improved goods or services by the firm
Marketing innovation	Introduction of new marketing methods, including significant changes in product presentation, promotion, or market positioning
New-to-market innovation	Introduction of an innovation that is novel to the market, rather than merely new to the firm
Innovative turnover	Proportion of firm turnover attributable to innovative products
User engagement methods	Adoption of mechanisms, such as consumer panels and other advanced approaches, to incorporate user perspectives into innovation activities
External product development reliance	Extent to which the firm depends on external actors for product development activities
External R&D use	Extent to which the firm relies on externally performed research and development activities or partnerships
Co-development with partners	Joint development of innovations in collaboration with external partners
Employment growth	Variation in the number of employees over the period under analysis
Value added growth	Variation in the economic value created by the firm over time
Productivity level	Firm productivity measured as gross value added per employee
Productivity growth	Variation in firm productivity over the period under analysis
R&D activity / R&D use	Presence and use of research and development activities within the firm
Innovator status	Classification of the firm as innovative on the basis of reported innovation outcomes
Turnover of design-related sectors	Revenue generated by firms whose principal economic activity is design
Gross value added of design-related sectors	Economic value created by specialised design sectors
Employment in design-related sectors	Number of persons employed in sectors specialised in design-related activities
Design-related workforce share	Proportion of the workforce employed in occupations identified as design-intensive
Design share within the KBC workforce	Share of design-related occupations within the broader knowledge-based capital workforce
Registered designs	Formal registrations of design rights intended to protect the appearance or form of products
Design activities and expenditures	Survey-based measures capturing firms' design efforts and related expenditures

Tab. 1 | Most relevant KPIs identified using the OECD (2015) framework (credit: E. Chiara, 2025).

Indicator	Definition
1. Knowledge and R&D&I	Captures design's role as a non-technological yet innovation-critical activity, emphasizing knowledge production, research infrastructure, and mechanisms for open and collaborative innovation
1.1 Design-driven R&D expenditure (% of regional GDP)	Measures the intensity of regional investment in research and development attributable to design-related innovation activities, expressed as a share of regional GDP
1.2 Design international researchers (% of total)	Measures the proportion of design-related researchers with international backgrounds, affiliations, or mobility trajectories within the regional research base
1.3 Number of dissertations and theses (last 5 years)	Counts master's dissertations and doctoral theses produced in the last five years in design and related fields involving design methods
1.4 Design research journals	Measures the number of active peer-reviewed journals dedicated to design research, including both global and regionally hosted publications
1.5 Open-source design repositories	Counts publicly accessible digital repositories related to design knowledge, such as design systems, UX, HCI, and service design resources
1.6 Open innovation platforms	Measures the number of active platforms that enable collaborative innovation, such as living labs, challenge portals, open calls, and data collaboratives
2. Design Education, Talent & Skills	Captures the ecosystem's human capital base and institutional capacity, including talent formation, educational infrastructure, professional recognition, and facilitation capability
2.1 Industry–University patents involving design filed per 100,000 inhabitants	Measures the frequency of design-related patents jointly involving universities and firms, normalised per 100,000 inhabitants
2.2 Number of design students (last 5 years)	Captures the scale of the regional design talent pipeline by counting enrolments or graduates in design-related programmes over the last five years
2.3 Number of design schools	Measures the number of accredited institutions offering degree programmes in design within the region
2.4 Number of design awards	Counts design awards received by regional actors, indicating external recognition of design excellence and visibility
2.5 Number of design process facilitators (LinkedIn)	Measures the number of professionals able to lead design and co-creation processes, identified through relevant roles and skills in professional networks
2.6 Co-produced artefacts with multi-actor contributors	Counts tangible outputs such as toolkits, playbooks, prototypes, or design systems developed collaboratively by actors from multiple institutional spheres
3. Entrepreneurship	Captures the ecosystem's capacity to translate design knowledge into viable ventures, emphasizing venture creation, university transfer, survival, and innovation outputs
3.1 Design startups founded per 100,000 inhabitants (Crunchbase)	Measures the rate of newly founded startups with design-related orientations, normalised per 100,000 inhabitants
3.2 University spin-offs per year	Counts the number of new firms created annually from university-linked knowledge, research, or technology transfer processes
3.3 Startup survival rate (3–5 years) or growth	Assesses the quality and resilience of the entrepreneurial ecosystem by measuring startup continuity or growth over a three- to five-year period
3.4 Average number of output categories per project	Measures the diversity of outputs generated by funded projects, such as publications, prototypes, pilots, or other innovation results
3.5 % seed-funded projects later securing larger grants	Captures the proportion of initially seed-funded projects that subsequently obtain larger-scale follow-on funding

Tab. 2a | Proposed Key Performance Indicator (KPI) Framework for Quantitative Analysis, based on OECD (2015) documents (credit: E. Chiara, 2025).

trasparenza e riproducibilità. Per garantire la coerenza procedurale in tutti gli esperimenti è stato utilizzato lo stesso prompt.¹

La Tabella 4 presenta i risultati quantitativi ottenuti con Claude Sonnet 4.6 e OpenAI ChatGPT 5.1. L'analisi comparativa dei tre ecosistemi dell'innovazione rivela un andamento costante in quasi tutte le dimensioni, con Stoccolma-Uppsala in testa, la Lombardia in posizione intermedia e San Paolo in coda. Tuttavia ciascun ecosistema presenta vantaggi strutturali distintivi, rendendo difficile una semplice classificazione gerarchica. L'intensità di ricerca e sviluppo della Svezia, il più alto investimento pro capite in capitale di rischio, la più forte mobilità internazionale dei ricercatori e la connettività istituzionale più matura, ancorata al modello di governance della Tripla Elica di Vinnova e ai tassi di co-pubblicazione tra Università e industria, posizionano Stoccolma-Uppsala come l'e-

cosistema più sviluppato in modo completo, come si riflette nella più ampia copertura degli SDG e nei più alti tassi di sopravvivenza delle startup.

La Lombardia occupa una posizione intermedia di grande rilevanza strategica, grazie alle infrastrutture di formazione nel campo del design del Politecnico di Milano, riconosciute a livello mondiale, alla partecipazione a Horizon Europe e a una solida tradizione nel design industriale nei settori dell'arredamento, della moda e dell'automotive, nonostante la spesa nazionale in ricerca e sviluppo sia storicamente inferiore rispetto agli altri Paesi e il mercato del capitale di rischio sia meno attivo rispetto a quelli dei Paesi nordici. San Paolo, pur occupando l'ultimo posto negli indicatori pro capite relativi all'intensità di ricerca e sviluppo, ai volumi del venture capital, all'internazionalizzazione dei ricercatori e alla vita media delle startup, compensa in parte questa posizione grazie al volume assoluto

di startup più elevato, alla posizione dominante nel mercato del venture capital in America Latina e alla stabilità dei finanziamenti garantita dalla costituzione della FAPESP, una caratteristica strutturale che non ha eguali in nessuno dei due ecosistemi europei.

Fondamentalmente tutti e tre gli ecosistemi affrontano la stessa sfida metodologica: l'incapacità di isolare chiaramente ricerca e sviluppo orientati al design dalla spesa più ampia per l'innovazione, che è il problema metodologico centrale che il quadro comparativo proposto deve affrontare. Nessuna delle tre regioni dispone di un quadro sistematico per la raccolta di dati specifici sul design, di conseguenza tutte le stime di questo studio si basano su indicatori proxy, triangolati tra più fonti di dati e quindi soggetti a significativa incertezza.

Tuttavia l'esercizio di stima mette in luce sia il potenziale sia i limiti della misurazione assistita dall'IA: per gli indicatori basati su banche dati struttu-

Indicator	Definition
4. Capital & Finance	Assesses the ecosystem's financial depth and innovation orientation, focusing on the resources available to sustain, validate, and scale innovation activities
4.1 Revenue from new products / services introduced in last 5 years	Measures the share of organisational revenue generated by products or services launched within the last five years
4.2 VC investment per capita	Measures the amount of venture capital invested in a region per inhabitant, indicating financing depth and scale-up potential
4.3 Public innovation funding per capita	Measures the level of public expenditure on innovation programmes relative to the regional population
4.4 Number of crowdfunded projects	Counts the number of regionally originating projects financed through crowdfunding platforms, reflecting grassroots innovation and market validation
4.5 Percentage of revenues: deep-tech vs low-tech	Measures the proportion of entrepreneurial revenue associated with deep-tech activities compared with low-tech business activities
4.6 External funding secured per unit of internal seed funding	Assesses funding leverage by comparing external follow-on resources obtained against the amount of initial internal seed funding provided
5. Connectivity & Governance	Measures the structural quality of cross-sector collaboration, emphasizing the density, continuity, and governance of university-industry-government interactions
5.1 Number of Triple Helix projects per year	Counts annual collaborative projects involving at least two of the three core institutional spheres: university, industry, and government
5.2 University-Industry co-publications (%)	Measures the percentage of academic publications produced jointly by university and industry-affiliated authors
5.3 Industry-funded academic research (%)	Captures the proportion of academic research funding originating from industry sources
5.4 Percentage of projects continuing collaboration after funding ends	Measures the share of projects whose collaborative relationships remain active after the original funding period ends
5.5 Share of projects by collaboration maturity stage	Classifies projects according to stages of collaboration development, indicating the maturity profile of ecosystem partnerships
5.6 Increase in number of partners from proposal to completion	Measures the average growth in the number of participating organisations between project proposal and project completion
5.7 Distribution of partner types	Captures the relative presence of different categories of actors, such as universities, firms, governments, NGOs, and citizens, within collaborative projects
6. Economic & Societal Impact	Evaluates the ecosystem's structural reach and normative contribution, emphasizing spatial infrastructure, SDG orientation, and demonstrable societal outcomes
6.1 Density of innovation hubs per km ²	Measures the spatial concentration of hubs, labs, accelerators, and similar innovation-support infrastructures within a region
6.2 Innovation activity aligned with the SDGs (proxy)	Measures the proportion of innovation activities that can be associated with the Sustainable Development Goals, especially SDG 9 and SDG 17
6.3 Impact reports from design consultancies / industries	Counts and analyses published reports that document measurable design-related impacts such as return on investment, sustainability outcomes, or inclusion benefits
6.4 Number and distribution of SDGs addressed across funded projects	Measures both the breadth and distribution of Sustainable Development Goals addressed by funded innovation projects

Tab. 2b | Proposed Key Performance Indicator (KPI) Framework for Quantitative Analysis, based on OECD (2015) documents (credit: E. Chiara, 2025).

rate, quali brevetti, finanziamenti e iscrizioni, i sistemi di IA sono in grado di aggregare e incrociare in modo efficiente dati provenienti da più fonti; per gli indicatori più qualitativi o dipendenti da proxy, come la maturità della collaborazione, l'allineamento agli SDG e l'attribuzione della ricerca e sviluppo specifica per il design, il text mining e la classificazione assistiti dall'IA possono generare stime iniziali scalabili, sebbene queste richiedano ancora la convalida da parte di esperti. Lo sviluppo di un'infrastruttura di misurazione dedicata dovrebbe quindi essere considerato una priorità per la politica del design in tutti e tre i contesti.

Attuazione: risultati qualitativi | Sono state condotte interviste con rappresentanti di alto livello di quattro organizzazioni dell'ecosistema dell'innovazione in tre Paesi, ciascuna delle quali rappresenta un modello operativo distinto: 1) Consorzio POLI.

design (Milano, Italia), un consorzio di studi di consulenza nel campo del design legato all'università; 2) PoliHub (Milano, Italia), un incubatore 'deep tech' ancorato all'Università, che recentemente si è fuso con l'incubatore della Bocconi per formare Tef Bridge (Figg. 3, 4); 3) Sustainability Innovation Centre (Uppsala, Svezia), un'organizzazione intermediaia che eroga programmi di incubazione e accelerazione finanziati dall'Unione Europea (Figg. 5, 6); 4) USP Innovation Centre (San Paolo, Brasile), un Centro di innovazione universitario incentrato sulla traduzione della ricerca fondamentale in innovazione rilevante per il mercato (Figg. 7, 8).

Sebbene queste organizzazioni occupino posizioni diverse all'interno dei rispettivi ecosistemi dell'innovazione fungono tutte da ponte tra il mondo accademico e l'industria, la ricerca e l'applicazione sul mercato, nonché tra le strutture di finanziamento sovranazionali e le iniziative imprendito-

riali locali. Presso l'USP questo ruolo di ponte si concretizza nel coordinamento di gruppi di ricerca universitari multidisciplinari con organizzazioni pubbliche e private, ponendo particolare enfasi sul rafforzamento dei legami interni tra i gruppi di lavoro dei progetti e sulla traduzione della ricerca universitaria in valore per la società. POLI.design, dal canto suo, è stato istituito appositamente per consentire al Politecnico di Milano di interagire direttamente con il mondo imprenditoriale, aggirando organismi intermedi quali le associazioni di categoria, e oggi opera su scala regionale, nazionale e internazionale.

PoliHub rafforza questa intermediazione ecosistemica attraverso un modello B2B incentrato sul trasferimento tecnologico, sull'intermediazione mirata tra startup e aziende e sulla creazione di comunità, in particolare a sostegno dei gruppi di ricerca che sviluppano tecnologie a impatto infrastrut-

Section	Focus	Guiding questions
1	Role and Ecosystem Positioning	1. How would you describe your role in the regional innovation ecosystem, and how does your organisation contribute to innovation processes?
2	Design as a Strategic Capability	2. In your experience, what role does design (including service design, UX, HCI, and strategic design) play in innovation within this ecosystem? Is design central, supportive, or peripheral? At what stages of innovation is design most visible? 3. Can you provide an example in which design significantly influenced the success or direction of an innovation initiative? Did it affect collaboration, funding, market adoption, or SDG alignment?
3	Collaboration and Governance	4. How are collaborations between university, industry, and public actors structured here? Are there formal programmes, seed funding schemes, co-design workshops, or open innovation platforms? 5. What factors make collaborations continue beyond initial projects, or fail? Do funding structures, facilitation capacity, trust, or design methods play a role?
4	Talent and Entrepreneurship	6. How does this ecosystem support the transition from research and design capability into startups or spin-offs? What roles do design students, prototyping infrastructure, design awards, and industry mentorship play?
5	Capital and Scaling	7. How accessible is funding for design-driven innovation in this ecosystem, both public and private? How open is venture capital to design-led startups? What is the role of public innovation funding? Is there an orientation toward deep-tech or low-tech initiatives?
6	Impact and SDGs	8. To what extent is innovation activity in this ecosystem aligned with sustainability or the SDGs, especially SDG 9 and SDG 17? Is this alignment intentional or emergent? Is it measured? How is impact reported?
7	Ecosystem Strengths and Gaps	9. What are the main strengths of this ecosystem compared to others you know? 10. What critical capabilities are missing or underdeveloped in this ecosystem? For example, design leadership, internationalisation, industry absorption, or policy alignment?

Tab. 3 | Semi-structured interview guide used in the qualitative analysis of Design-Driven Innovation Ecosystems (credit: E. Chiara, 2025).

turale. Nel contesto di Stoccolma-Uppsala l'Uppsala SIC svolge una funzione di collegamento analogo all'interno di una struttura di governance distribuita e multilivello, definita dai quadri di partenariato dell'Unione Europea. In questa struttura i partner capofila esterni influenzano i contenuti dei programmi, mentre il Centro è responsabile del reclutamento, della valutazione e dell'attuazione operativa.

Negli ecosistemi analizzati al design viene attribuito il merito di tradurre gli SDG in orientamenti politici qualitativi allineati agli obiettivi organizzativi e di renderli operativi attraverso progetti di ricerca, sviluppo e innovazione. La Tabella 5 riassume i principali punti di forza e le criticità osservate nelle iniziative di innovazione guidate dal design sviluppate nei centri di innovazione analizzati.

Valutazione | Le interviste hanno rappresentato un elemento sia di convalida sia di complessità: non si sono limitate a confermare o confutare le stime quantitative ma hanno affinato le distinzioni concettuali tra gli ecosistemi e fornito il contesto interpretativo che giustifica l'adozione di un approccio metodologico misto. Sebbene la tabella dei KPI presenti intervalli con apparente precisione, gli intervistati hanno costantemente sottolineato l'incertezza e i limiti interpretativi sottesi a tali cifre. Ad esempio l'intervistato di POLI.design ha osservato che il design è una disciplina di natura solo parzialmente quantificabile, il che rende difficile definire e misurare KPI sia nei processi sia nei risultati, questi ultimi convalidati principalmente a livello di pratica professionale. Ciò conferma direttamente la rilevanza del problema metodologico centrale del quadro di riferimento: gli indicatori devono essere progettati con cura per cogliere le dimensioni qualitative e relazionali oltre a quelle quantitative, piuttosto che ricorrere a proxy che appiattiscono il con-

tributo del design in esiti quantificabili. Le interviste hanno inoltre rivelato che il ruolo del design all'interno degli ecosistemi dell'innovazione è tutt'altro che omogeneo. Nelle quattro interviste, il design emerge lungo uno spettro: una capacità strategica esplicita presso l'USP (Fig. 9) e POLI.design (Fig. 10); un facilitatore sistemico integrato nella logica di creazione di imprese presso PoliHub (Fig. 11); un'influenza strutturalmente presente ma in gran parte non nominata presso il Sustainability InnoCenter di Uppsala (Fig. 12). Stoccolma-Uppsala opera attraverso il coordinamento di rete tra relativamente pochi e ben collegati attori; la Lombardia attraverso una fitta costellazione di punti di riferimento istituzionali, tra cui il Politecnico, la Bocconi, PoliHub e POLI.design, con mandati sovrapposti ma a volte scollegati; San Paolo attraverso un modello basato sui volumi e dipendente da sovvenzioni, la cui sostenibilità si basa fortemente sui finanziamenti garantiti dalla costituzione della FAPESP.

Questa varietà evidenzia differenze concrete nel mandato istituzionale (Fig. 13), nell'architettura di governance e nella portata dell'ecosistema, suggerendo che un quadro solido debba tenere conto sia dell'integrazione esplicita del design sia delle pratiche implicite, simili al design, che plasmano i programmi ecosistemici pur non recando l'etichetta di design. I risultati della collaborazione rafforzano un modello già identificato teoricamente nell'analisi dell'SDG 17: un partenariato efficace dipende in misura minore dall'esistenza di collegamenti che dalla qualità delle loro connessioni e progettare per la collaborazione significa affrontare esplicitamente queste dinamiche.

Contributi, potenzialità e limiti della ricerca | L'impiego di misurazioni assistite dall'intelligenza arti-

ficiale costituisce un contributo metodologicamente originale ma prudente dal punto di vista epistemico del presente studio. Le prove sperimentali esaminate suggeriscono che i modelli LLM possono supportare una sintesi scalabile tra fonti di dati eterogenee a una scala e a una velocità che sarebbero proibitive se si utilizzassero solo metodi manuali. Tuttavia i risultati ricorrenti degli studi di valutazione degli LLM delineano anche i limiti della loro applicazione responsabile: l'inferenza automatizzata può riprodurre i bias di misurazione esistenti, sottorappresentare la conoscenza tacita e contestualmente incorporata e generare classificazioni eccessivamente sicure in ambiti ad alta incertezza.

L'analisi comparativa presentata in questo studio rivela che il crescente contributo del design agli ecosistemi dell'innovazione è strutturalmente evidente in tutti e tre i contesti regionali esaminati, ma sistematicamente assente dai quadri di misurazione che regolano le politiche di innovazione. I risultati qualitativi introducono un'ulteriore complessità che i dati quantitativi non riescono a cogliere appieno, il che richiede che il quadro di riferimento si evolva per affrontarla. Nei contesti istituzionali esaminati il design emerge non come una capacità stabile definita in modo coerente in tutti i contesti ma come uno spettro che va dalla leadership strategica esplicita, in cui i designer sono riconosciuti come navigatori dell'incertezza produttiva, all'influenza strutturale implicita, in cui il pensiero affine al design opera senza attribuzione istituzionale.

Questo paradosso evidenzia come il progresso dell'innovazione guidata dal design sia ostacolato dalla mancanza di strumenti adeguati per rendere tale capacità comprensibile, gestibile e trasferibile a diverse scale istituzionali. Il quadro proposto di indicatori chiave di prestazione a sei dimensioni, basato sull'architettura del Global Inno-

vation Index dell'OMPI e ampliato con indicatori specifici per il design convalidati da una consultazione interdisciplinare di esperti, rappresenta un passo avanti verso il superamento di questa lacuna. Attraverso un'applicazione sistematica delle dimensioni della produzione di conoscenza, dello sviluppo del talento, della traduzione imprenditoriale, dell'orientamento al capitale, della qualità della governance e dell'impatto sociale misurate tramite proxy, il quadro consente una forma di analisi comparativa che non appiattisce la ricchezza contestuale del design in esiti quantificabili, ma distribuisce piuttosto la sua valutazione su registri relazionali, procedurali e strutturali.

Sebbene questo studio sia incentrato principalmente sugli SDG 9 e 17 il quadro proposto evidenzia anche sinergie con altri SDG. Emergono forti sinergie con l'SDG 4, in particolare attraverso la dimensione Formazione di design, talenti e competenze, e con l'SDG 8, attraverso le dimensioni Imprenditorialità e Capitale e finanza, che insieme mettono in luce il ruolo del design nella formazione dei talenti, nello sviluppo delle competenze, nella creazione di startup, nel trasferimento dal mondo accademico al mercato e nelle attività economiche ad alta intensità di conoscenza. Gli effetti indiretti possono estendersi anche agli SDG 10, 11, 12 e 13, nella misura in cui il design può sostenere l'inclusione, l'accessibilità, logiche di produzione sostenibili e sistemi sociotecnici più resilienti. Questi benefici coesistono tuttavia con importanti compromessi: il rafforzamento dell'ecosistema può intensificare la concentrazione delle risorse, escludere attori vulnerabili, riprodurre pregiudizi attraverso la classificazione assistita dall'IA e incoraggiare interpretazioni iper-metriche dei processi di innovazione.

Conclusioni e sviluppi futuri | Il design può essere inquadrato all'interno delle metriche dell'innovazione come una dimensione costitutiva della coerenza dell'ecosistema, in quanto determina la qualità del partnership, la comprensibilità dei risultati di ricerca, sviluppo e innovazione per utenti e investitori, l'architettura dell'accesso ai finanziamenti pubblici e la capacità degli attori istituzionali di gestire l'incertezza produttiva. La progettazione di quadri di indicatori chiave di prestazione e di protocolli di classificazione è, nei termini adottati in questo studio, un problema di progettazione nello stesso senso della progettazione di manufatti fisici o di esperienze di servizio: comporta decisioni su cosa rendere visibile, chi includere, quali compromessi rendere leggibili e come la coerenza sistemica sia prodotta attraverso la disposizione delle parti costituenti.

Sebbene la presente analisi abbia ancora carattere sperimentale ed esplorativo, e serve principalmente a verificare la validità analitica e il potenziale interpretativo dei modelli proposti, i tre ecosistemi esaminati rivelano architetture di governance distinte. San Paolo incarna un modello basato sui volumi e ancorato alle sovvenzioni, che combina una stabilità di finanziamento strutturalmente garantita con un forte slancio innovativo assoluto; la Lombardia è caratterizzata da una fitta costellazione di punti di riferimento istituzionali, sostenuta da una formazione nel design di livello mondiale e da un Patrimonio industriale; Stoccolma-Uppsala rappresenta invece un modello coordinato in rete in cui il design sembra essere pienamente integrato nella politica formale dell'innovazione, favorendo

così un più ampio allineamento agli SDG e una maggiore resilienza dell'ecosistema.

Tuttavia il limite più rilevante del presente studio costituisce anche la sua opportunità più promettente: nessuna delle tre regioni oggetto di analisi dispone di un'infrastruttura dedicata alla misurazione del design. Ogni stima prodotta deriva da indicatori surrogati, elaborati attraverso un'improvvisazione metodologica, e soggetta a margini di incertezza che non sarebbero accettabili in ambiti di misurazione più consolidati. Non si tratta di un fallimento del disegno di ricerca; è una diagnosi accurata di una lacuna a livello di campo, il cui superamento costituisce la giustificazione principale del programma di ricerca che questo studio avvia. Il presente studio offre un quadro di riferimento per avviare tale lavoro, con attenzione, in modo comparativo e con la piena consapevolezza che i risultati più importanti devono ancora essere prodotti.

Il lavoro futuro mira a tradurre questi risultati in un programma interistituzionale guidato da designer, incentrato su un'infrastruttura di misurazione co-progettata, sullo scambio di competenze tra ecosistemi e sullo sviluppo di politiche basate su dati concreti tra i centri di innovazione. L'ambizione è produrre linee guida pertinenti per rafforzare il ruolo del design negli ecosistemi dell'innovazione, stabilire le condizioni istituzionali in cui tale ruolo possa essere continuamente esaminato, perfezionato e reso operativo in contesti di governance diversi e promuovere la creazione di nuovi artefatti attraverso una prospettiva di ricerca attraverso il design. L'allineamento di questo programma con gli SDG 9 e 17 non è retorico: entrambi gli obiettivi stabiliscono imperativi normativi per un'infrastruttura di innovazione resiliente e inclusiva e per la qualità dei partenariati multistakeholder, che possono essere affrontati solo attraverso il design e valutati attraverso quadri di misurazione sufficientemente sofisticati da cogliere il contributo costitutivo, non periferico, del design.

Ecosystems constitute multilayered sociotechnical networks through which product-service systems are collectively created, delivered, and sustained (Tsujiimoto et alii, 2018). Their emergence may result from self-organising dynamics or from deliberate managerial and design-led intervention (Sposito and Scalisi, 2024). As technological advances increasingly enable the design of complex customer experiences, a deeper understanding of users becomes a critical starting point for developing integrated ecosystems (Beckman, 2025). Within these contexts, co-design methods provide structured pathways for collaborative innovation in multidisciplinary settings, with designers acting as orchestrators who integrate distributed knowledge, facilitate decision-making, and translate diverse contributions into shared design artefacts, enabling coherent, meaningful, and context-sensitive solutions (Gasparotto et alii, 2021; Paay, Kuys and Taffe, 2021; Campagnaro et alii, 2025; Mosely et alii, 2025).

In the context of the 2030 Agenda (UN, 2015), specifically SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) and SDG 17 (Partnerships for the Goals), ecosystem design involves shaping human activities, products, and experiences as interrelated components of broader ecological and social sys-

tems (Beckman, 2025). From this perspective, the development of robust approaches to exploring, measuring, and analysing the impact of design on innovation ecosystems has become increasingly urgent over the past decade.

Since the OECD's landmark 2015 working paper (Galindo-Rueda and Millot, 2015) proposed a foundational framework for measuring design's contribution to innovation at a national level, the debate has evolved considerably. Design has moved from being a peripheral aesthetic activity to a central strategic driver of ecosystem development, co-creation, and systemic transformation, as demonstrated by its growing integration into Industry 5.0 frameworks, regenerative economy initiatives, and SDG-aligned multi-stakeholder partnerships (Nahavandi, 2019; Blanco et alii, 2021; Xu et alii, 2021). This broader and more systemic role requires measurement instruments capable of moving beyond micro-level models such as the 'design ladder' (Wrigley, Mosely and Tomitsch, 2018; Hyyssalo et alii, 2023; Zannoni et alii, 2024; Ilhan and Özemir, 2025).

Driven in part by the remarkable success of Silicon Valley-based technology companies (Katz, 2015), innovation ecosystems have largely been examined through a geographic lens, with considerable attention to the relative contributions of different actors within these entrepreneurial clusters (Startup Genome, 2025). However, the specific role of design, including its principal actors and distinctive orchestration dynamics, remains underexplored within innovation ecosystems. As a result, while a substantial body of scholarship has emerged at both the macro and micro levels, a critical gap persists at the meso level, where the diffusion of design must be understood in light of its structural and contextual specificities as both a practice and a research domain.

This paper presents the preliminary results of a research project conducted by three leading academic institutions and aimed at developing and empirically testing methodological frameworks to measure the contribution of design to innovation ecosystems at the meso level. Specifically, the study investigates how design can be operationalised as a measurable, system-level capability through a structured set of Key Performance Indicators (KPIs), and examines how these indicators can be applied and interpreted across different regional and institutional contexts.

The research is guided by the following overarching question: how can design's relational, processual, and context-dependent contributions to innovation ecosystems be systematically captured and compared? Two specific questions arise from this investigation: first, to what extent can AI-assisted methods support the estimation and validation of such indicators across heterogeneous data sources? Second, how can expert interviews reveal the distinctive aspects of design orchestration at the meso level, building on the initial patterns identified through AI-assisted analysis?

The paper is structured as follows: first, it establishes the conceptual foundations linking design, innovation ecosystems, and the SDG 9 and SDG 17 agendas; second, it presents the Research-through-Design (RTD) methodology and describes the development of two research artefacts: the six-dimensional KPI framework and the qualitative research questionnaire; third, it reports

KPI	Indicator	São Paulo (Brazil)			Lombardy (Italy)			Stockholm-Uppsala (Sweden)		
		Claude (min)	Claude (max)	GPT	Claude (min)	Claude (max)	GPT	Claude (min)	Claude (max)	GPT
1.1	Design-driven R&D expenditure (% of regional GDP)	0.15	0.2	0.1	0.18	0.25	0.13	0.35	0.45	0.44
1.2	Design international researchers (% of total)	8	12	8	25	30	14	35	40	22
1.3	Number of dissertations and theses (last 5 years)	2,800	3,500	450	3,000	4,000	700	1,200	1,800	350
1.4	Design research journals	3	5	1	5	8	2	3	5	1
1.5	Open-source design repositories	15	25	25	30	50	40	25	40	30
1.6	Open innovation platforms	20	30	8	25	35	12	30	40	10
2.1	Industry-University patents involving design filed per 100,000 inhabitants	0.8	1.2	0.6	2.5	3.5	1.5	4	6	2
2.2	Number of design students (last 5 years)	45,000	80,000	10,000	25,000	35,000	8,500	10,000	15,000	1,800
2.3	Number of design schools	35	45	18	20	25	12	8	12	7
2.4	Number of design awards	150	250	35	400	600	120	200	350	45
2.5	Number of design process facilitators (source: LinkedIn)	3,000	5,000	6,500	4,000	6,000	9,000	2,500	4,000	5,200
2.6	Count of co-produced artefacts (open toolkits, shared playbooks, design systems, public prototypes) with multi-actor contributors	30	50	40	50	80	75	40	70	55
3.1	Design startups founded per 100,000 inhabitants (source: Crunchbase)	1.5	2.5	4	2	3	5.5	3.5	5	5
3.2	University spin-offs per year (source: Crunchbase)	25	40	60	30	45	90	35	50	45
3.3	Startup survival rate (3–5 years) or growth rate	55	65	55	60	70	60	70	78	75
3.4	Average number of output categories generated per project	2.5	3.5	3.8	3	4	4.2	3.5	4.5	4
3.5	% of seed-funded projects that later secure larger grants or external calls	25	35	28	30	40	34	40	50	40
4.1	Revenue from new products or services introduced in the last five years	12	18	11	15	22	14	20	28	16

Tab. 4a | Quantitative data from the ecosystems analysis (credit: E. Chiara, 2025).

KPI	Indicator	São Paulo (Brazil)			Lombardy (Italy)			Stockholm-Uppsala (Sweden)		
		Claude (min)	Claude (max)	GPT	Claude (min)	Claude (max)	GPT	Claude (min)	Claude (max)	GPT
4.2	Venture capital investment per capita (source: Crunchbase)	25	35	30	40	60	88	350	500	545
4.3	Public innovation funding per capita	35	50	22	80	120	60	200	300	110
4.4	Number of crowdfunded projects (source: Kickstarter)	200	400	95	300	500	1,164	400	700	180
4.5	Share of revenues: deep-tech vs low-tech (source: Crunchbase)	30	70	35	45	55	42	55	45	55
4.6	External funding secured per unit of internal seed funding	2.5	4	3	3	5	4.2	4	7	5
5.1	Number of Triple Helix projects per year	80	120	120	100	150	180	120	180	140
5.2	University-industry co-publications (% of total)	5	8	4.5	8	12	6.5	12	16	8
5.3	Industry-funded academic research (% of total research funding)	8	12	8	12	18	10	15	20	12
5.4	% of projects that continue collaboration after funding ends	30	40	42	35	45	49	45	55	55
5.5	Share of projects by collaboration maturity stage	50-35-15		35-40-25	35-40-25		25-45-30	25-40-35		20-45-35
5.6	Increase in number of partners from proposal stage to project completion	10	20	1.8	15	25	2.1	20	30	2.4
5.7	Distribution of partner types (university, industry, public sector, NGO)	30-40-20-10		32-38-24-6	25-45-20-10		28-41-22-9	30-35-25-10		26-39-23-12
6.1	Density of innovation hubs per km ²	0.03	0.05	4,00E-04	0.02	0.04	0.002	0.05	0.06	0.001
6.2	Innovation activity aligned with the SDGs (using an appropriate proxy)	35	45	38	45	55	44	55	65	52
6.3	Impact reports from design consultancies and industries	10	20	45	25	40	60	20	35	30
6.4	Number and distribution of SDGs addressed across funded projects	12	14	11	13	15	13	15	17	14

Tab. 4b | Quantitative data from the ecosystems analysis (credit: E. Chiara, 2025).

quantitative and qualitative findings from an experimental comparative analysis of the Lombardy, Stockholm-Uppsala, and São Paulo ecosystems, conducted to assess the validity of the proposed tools and to explore their potential for further refinement within a broader international research initiative; and finally, it discusses the implications, limitations, and future directions of the proposed approach. Its scientific contribution lies in advancing the measurement of design by proposing a theoretically grounded, empirically tested, and methodologically hybrid framework that makes design's systemic role in innovation ecosystems more legible, comparable, and actionable. By integrating AI-assisted analysis with expert validation and situating design within a meso-level perspective aligned with the SDGs, the study offers a novel analytical lens and a generative instrument to inform both academic research and evidence-based innovation policy.

Methodology and phases | This paper presents preliminary outcomes from a research project conducted by three leading academic institutions to develop and empirically examine methodological frameworks for measuring the contribution of design to innovation ecosystems at the meso level. Given the project's early stage and the need to prototype its central artefact, research-through-design (RTD) is the most appropriate research ap-

proach, as it supports iterative development and reflective refinement of the framework. RTD is a knowledge-generating approach that embeds inquiry directly within the act of designing (Desmet, Overbeeke and Tax, 2001; Wikander, Collins and Evans, 2025). Its significance lies in its capacity to engage with the projective, speculative, and open-ended dimensions of design, which traditional scientific methods often struggle to navigate (Prochner and Godin, 2022; Cash, Daalhuizen and Hekker, 2023). The study's investigative approach followed an iterative structure organised around RTD's three main phases (Costa et alii, 2018).

The first phase, Conceptual Development, established the study's theoretical and analytical foundations through a narrative literature review focused on evidence, metrics, and measurable indicators in innovation policy. The review progressed from broad design measurement frameworks to more specific ecosystem-level approaches that capture design's role at the meso-scale. The most relevant KPIs identified in the OECD (2015) framework were selected as foundational references for the present study and are summarised in Table 1.

The second phase, Implementation, translated the conceptual framework into an operational research design that combined quantitative data collection with structured qualitative inquiry. From a quantitative perspective, the resulting six-dimensional KPI framework was applied to the innova-

tion ecosystems associated with the academic institutions involved in the study, drawing on commercial AI-assisted tools to analyse bibliometric databases, patent registries, and start-up and venture capital datasets.

Table 2 presents an overview of the framework and its 35 associated KPIs. Qualitatively, semi-structured interviews were conducted with senior representatives of four ecosystem-orchestrating organisations located in the urban contexts in which the participating academic institutions are embedded. The semi-structured interview questionnaire was developed as a qualitative complement to the quantitative KPI framework and to explore how these features are perceived, enacted, and sustained within innovation ecosystems (Tab. 3). The third phase, Evaluation, critically assessed the integrative framework by analysing convergences and divergences between quantitative results and qualitative evidence across the Lombardy, Stockholm-Uppsala, and São Paulo ecosystems. Validation was strengthened by the inclusion of heterogeneous institutional perspectives across these ecosystems. The evaluation generated both theoretical and practical contributions, and the resulting framework is therefore proposed as an iterative prototype to support future refinement in measuring design's contribution to innovation ecosystems. The results obtained will also inform the next phase of this international research project,

Organisation	Strengths	Pain Points
InovaUSP	Good external promotion capacity for low-tech; strong FAPESP / Embrapii support for deep-tech	Dependence on government funding process gaps despite sound mechanisms
POLI.design	Strong university-industry relationships; design as a mindset for both competitiveness and SDGs; growing potential in community design and policy design	Design KPIs are difficult to measure in terms of both processes and outcomes
PoliHub	Extraordinary talent pipeline from Politecnico; strong network including Politecnico-Bocconi foundation (Tef Bridge merger)	Lack of entrepreneurship education alongside technical education; supply-chain discontinuities (universities produce knowledge based on researchers' interests, not business needs)
Uppsala SIC	Embedded in EU frameworks; operational flexibility within supranational structures	Limited autonomy to embed design as a distinct capability; programme content shaped externally

Tab. 5 | Strengths and pain points from the analysed innovation centres (credit: E. Chiara, 2025).



Fig. 3 | PoliHub start-up (credit: PoliHub, 2025).

Fig. 4 | PoliHub start-up team (credit: PoliHub, 2025).



which will examine more directly the value and relevance of design as an orchestrator of innovation ecosystems.

To clarify the study's replicability conditions, the research protocol is made explicit in terms of KPI construction and selection, estimation procedures, validation criteria, interview design, organisational inclusion, and triangulation for future replication. Consistent with the three RTD phases described above, the KPI framework was developed through a literature-informed process grounded in design measurement, innovation policy, and ecosystem studies, with particular reference to OECD and WIPO. Indicator estimation relied on publicly accessible, institutionally recognised sources, supported by a consistent AI-assisted procedure across the ecosystems analysed.

Validation was based on convergence across sources, contextual coherence, and qualitative plausibility, with particular caution regarding proxy-based or divergent evidence. Semi-structured interviews derived from the six KPI dimensions complemented the quantitative stage by capturing relational and weakly formalised aspects of design contribution, while selected organisations were included for their recognised intermediary and ecosystem-level roles. Taken together, the combination of literature review, AI-assisted KPI estimation, and expert interviews defines a triangulated protocol that strengthens the transparency, transferability, and cautious reproducibility of the framework under conditions of partial data availability.

Conceptual development | Measuring design, both as a process and as an outcome, poses substantial methodological challenges. Unlike technological innovation, which can be tracked through patent filings, R&D expenditure, or product launches, design's contribution to innovation is inherently

relational and context-dependent, manifesting in shifts in user behaviour, organisational culture, collaborative capacity, and systemic coherence rather than in discrete, countable outputs (Verganti, 2008; Deserti and Rizzo, 2014). This elusiveness is particularly relevant at the meso-level, where the unit of analysis is neither the individual firm nor the national economy, but the intermediate structures, including clusters, networks, platforms, and partnerships, through which design actors interact and co-create value. Addressing this methodological challenge therefore requires a deliberately multi-layered research design.

From the perspective of the 2030 Agenda, design frames what quality means, who is included, and which trade-offs are made, thereby shaping the resilience of innovation ecosystems as sociotechnical and cultural constructs (Nahavandi, 2019). Within the context of SDG 9, design serves as a critical translation layer between technical possibility and real-world implementation (Barbero and Ferrulli, 2023). Service design methods embed accessibility and adaptability into infrastructure systems (Belluzzi Mus et alii, 2021), while lifecycle thinking, modularity, and human factors engineering help reduce the fragility associated with adopting clean technologies during industrial upgrading. In addition, service design lowers participation thresholds for SMEs by reducing the complexity and costs of financial and procurement systems (Kaynak, Piri and Das, 2025). Design also plays a central role in transforming R&D outputs into usable, desirable, and deployable solutions across multi-stakeholder contexts (Norman and Verganti, 2014). At the level of digital infrastructure, inclusive design ensures that connectivity is translated into meaningful use across diverse linguistic, cognitive, and material constraints (Belluzzi Mus et alii, 2021).

Within the context of SDG 17, design creates value primarily through its operational role in enabling more effective and inclusive partnerships. It helps reduce friction and increase accountability in financing systems (Akenroye et alii, 2020), while also generating boundary objects, such as shared roadmaps, prototypes, and service blueprints, that support technology transfer and strengthen absorptive capacity (Brown and Katz, 2009). In addition, design can reduce the administrative burdens that disproportionately limit SME participation in trade, thereby fostering more equitable access to partnership opportunities (Katz, 2015). It also enhances policy implementability by aligning institutional incentives and transforming data into usable decision-making infrastructure (Akenroye et alii, 2020). Together, SDG 9 and SDG 17 provide the normative and analytical scaffolding for a meso-level research agenda capable of capturing design's measurable contribution to systemic, multi-stakeholder innovation.

Considering the alignment between design practice and SDGs 9 and 17, and building on the WIPO Global Innovation Index 2024 (WIPO, 2024) as a structuring reference, this study proposes a quantitative assessment of design-driven ecosystem performance, measuring the contribution of design to the configuration and operationalisation of innovation ecosystems, across six dimensions. Each dimension is selected for its capacity to reveal a distinct, non-redundant aspect of design's role within the broader innovation system, thereby constituting a framework that is both analytically coherent and empirically tractable across diverse regional and institutional contexts.

Implementation: quantitative results | Measuring design contribution poses substantial methodological challenges, particularly at the meso-scale,



Global Benchmark

12 leading innovation hubs:

Uppsala	Austin	Zurich
Austin	Boston	Murichen
Boston	Oslo	Oslo
Barcelona	San Diego	Tel Aviv

Uppsala rankings

- #1 Proportion of highly educated in the population
 - #2 Real GRP Growth Per Capita
 - #3 Real GRP growth
 - #3 Proportion of R&D Of GRP
 - #6 Patents per capita
- GRP = Gross Regional Product

Fig. 5 | Innovation Ecosystem Uppsala (credit: Stuns, Sic 2025).



Fig. 6 | Innovation Hub Uppsala opening (credit: Innovation Hub 2025).

where design impact is diffuse, distributed, and temporally extended. Network effects, cultural spillovers, and qualitative transformations, such as a university design programme reshaping a regional start-up ecosystem's innovation culture over years, are often invisible to standard bibliometric, financial, or productivity-based indicators. Another challenge concerns the temporal dimension: design's ecosystem impact unfolds through iterative cycles of prototyping, learning, and adaptation that resist snapshot evaluation, particularly in regenerative and SDG-aligned initiatives.

In this context, Large Language Models (LLMs) offer an accessible alternative, as they require neither labelled training data nor specialised technical expertise (Nava and Melis, 2024; Osello et alii, 2024; Yisha et alii, 2026). Recent studies demonstrate both the promise and the limits of LLM-assisted systematic review. Gartlehner et alii (2025), Insuk et alii (2025), and Eisele-Metzger et alii (2025) tested models including Claude 2, Claude 3.5 Sonnet, and ChatGPT-4o across data extraction, title-and-abstract screening, and risk-of-bias assessment, achieving results ranging from 90% ac-

curacy in full-text screening to only slight-to-fair agreement in more interpretive tasks. All three studies converge on the same conclusion: LLMs function most effectively as parallel support tools operating alongside human reviewers, not as autonomous replacements.

The use of Claude Sonnet 4.6 and ChatGPT 5.1 in this study is justified by the alignment between these models' technical capabilities and the methodological requirements of the adopted analytical framework. The analysis requires cross-regional data comparability, including population normalisation, financial conversion, and spatial density adjustment, which benefit from tools capable of processing heterogeneous data formats and applying consistent classification criteria across large volumes of text. Moreover, the extended context capacity of these models supports the study's validation procedures, including triangulation across independent sources, verification of automated text classification outputs, and cross-checking of patent and publication counts. Together, these characteristics contribute to greater analytical consistency, transparency, and reproducibility. To en-

sure procedural consistency, the same prompt¹ was used in all experiments.

Table 4 presents quantitative results generated using Claude Sonnet 4.6 and OpenAI ChatGPT 5.1. The comparative analysis of the three innovation ecosystems reveals a consistent gradient across nearly all dimensions, with Stockholm-Uppsala leading, Lombardy occupying an intermediate position, and São Paulo trailing. However, each ecosystem presents distinctive structural advantages, making a simple hierarchical ranking difficult. Sweden's R&D intensity, the highest per-capita VC investment, the strongest international researcher mobility, and the most mature institutional connectivity anchored by Vinnova's Triple Helix governance model and university-industry co-publication rates position Stockholm-Uppsala as the most comprehensively developed ecosystem, as reflected in the broadest SDG coverage and the highest start-up survival rates.

Lombardy occupies a strategically significant middle ground, leveraging the Politecnico di Milano's globally ranked design education infrastructure, participation in Horizon Europe, and a deep

industrial design tradition across the furniture, fashion, and automotive sectors, despite Italy's historically lagging national R&D spending and an underdeveloped VC market relative to its Nordic peers. São Paulo, while ranking lowest on per-capita indicators for R&D intensity, VC density, researcher internationalisation, and start-up survival, partly offsets this position through the largest absolute startup volume, Latin America's dominant VC market position, and FAPESP's constitutionally guaranteed funding stability, a structural feature unmatched in either European ecosystem.

Critically, all three ecosystems face the same fundamental measurement challenge: the inability to cleanly isolate design-driven R&D from broader

innovation expenditure, which is the core methodological problem the proposed comparative framework is designed to address. None of the three regions has a systematic framework for collecting design-specific data. As a result, all estimates in this study rely on proxy indicators, triangulated across multiple data sources and therefore subject to significant uncertainty.

Nevertheless, the estimation exercise highlights both the potential and the limitations of AI-assisted measurement. For indicators based on structured databases, such as patents, funding, and enrolment, AI systems can efficiently aggregate and cross-reference data from multiple sources. For more qualitative or proxy-dependent indicators, such as collaboration maturity, SDG align-

ment, and design-specific R&D attribution, AI-assisted text mining and classification can generate scalable initial estimates, although these still require expert validation. The development of dedicated measurement infrastructure should therefore be regarded as a priority for design policy in all three contexts.

Implementation: qualitative results | Interviews were conducted with senior members representatives of four innovation ecosystem organisations across three countries, each representing a distinct operational model: 1) Consorzio POLI.design (Milan, Italy), a university-linked design consultancy consortium; 2) PoliHub (Milan, Italy), a university-anchored deep tech incubator, which re-

Fig. 7 | InovaUsp co-design session (credit: InovaUsp, 2025).



Fig. 8 | InovaUsp co-design session (credit: InovaUsp, 2025).

Qualitative analysis InovaUsp

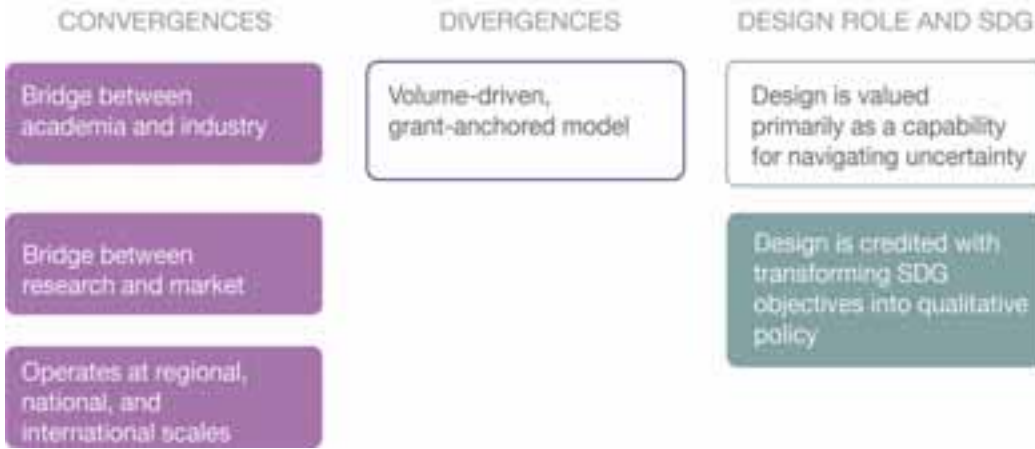


Fig. 9 | Qualitative analysis of InovaUsp (credit: E. Chiara, 2025).

Qualitative analysis POLI.design



Fig. 10 | Qualitative analysis of POLI.design (credit: E. Chiara, 2025).

Qualitative analysis PoliHub

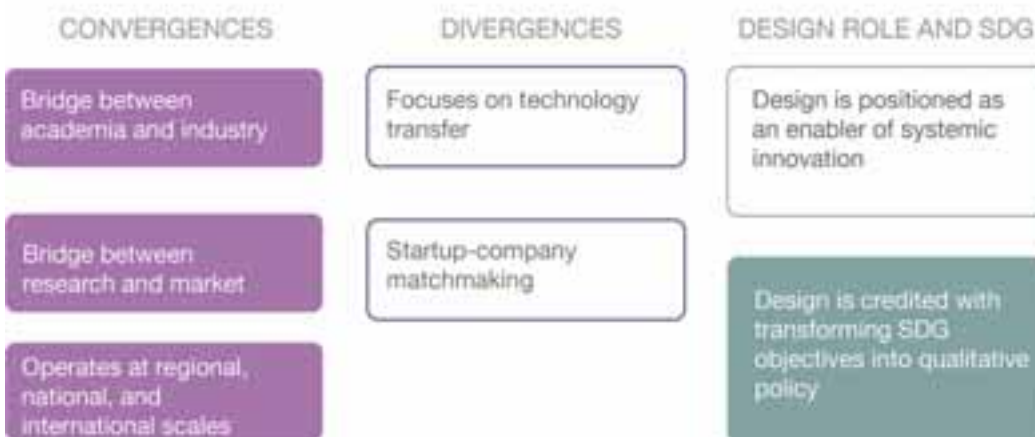


Fig. 11 | Qualitative analysis of PoliHub (credit: E. Chiara, 2025).

cently merged with Bocconi's incubator to form Tef Bridge (Fig. 3, 4); 3) Sustainability Innovation Centre (Uppsala, Sweden), an intermediary organisation delivering EU-funded incubation and acceleration programmes (Fig. 5, 6); and 4) USP Innovation Centre (São Paulo, Brazil), a university-based innovation centre focused on translating fundamental research into market-relevant innovation (Fig. 7, 8). Although these organisations occupy different positions within their respective innovation ecosystems, they all serve as bridges between academia and industry, research and market application, and supranational funding structures and local entrepreneurial initiatives.

At USP, this bridging role is expressed through the coordination of multidisciplinary university teams with public and private organisations, with particular emphasis on strengthening internal connections among project working groups and on translating university research into societal value. POLI.design, in turn, was deliberately established to enable the Politecnico di Milano to engage directly with the business world, bypassing intermediary bodies such as trade associations, and now operates at regional, national, and international scales.

PoliHub reinforces this ecosystemic intermediation through a B2B-oriented model focused on

technology transfer, start-up-company match-making, and community building, particularly in support of research-based teams developing technologies with infrastructure-level impact. In the Stockholm-Uppsala context, the Uppsala SIC performs a similar bridging function within a multi-level, distributed governance structure shaped by EU partnership frameworks. In this structure, external lead partners influence programme content, while the centre is responsible for recruitment, evaluation, and operational delivery.

In the ecosystems analysed, design is credited with translating SDG into qualitative policy orientations aligned with organisational objectives

and operationalising them through R&D&I projects. Table 5 summarises the main strengths and pain points observed in the design-driven innovation initiatives developed at the analysed innovation centres.

Evaluation | Interviews served as both a validating and a complicating layer, neither simply confirming nor refuting the quantitative estimates, but instead sharpening conceptual distinctions between ecosystems and providing the interpretive texture that justifies the mixed-methods design. Although the KPI table presents ranges with apparent precision, interviewees consistently emphasised the uncertainty and interpretive limitations underlying these figures. For example, the POLI.design interviewee observed that design is a discipline with

only a partially quantifiable nature, which makes KPIs difficult to define and measure across both processes and outcomes, with the latter primarily validated at the level of professional practice. This directly confirms the relevance of the framework's core methodological problem: indicators must be carefully designed to capture qualitative and relational dimensions alongside quantitative ones, rather than defaulting to proxies that flatten design's contribution into countable outputs.

The interviews also revealed that design's positioning within innovation ecosystems is far from uniform. Across the four interviews, design emerges along a spectrum: an explicit strategic capability at USP (Fig. 9) and POLI.design (Fig. 10); a systemic enabler embedded in venture-building logic at PoliHub (Fig. 11); and a structurally present

but largely unnamed influence at Uppsala's Sustainability InnoCenter (Fig. 12). Stockholm-Uppsala operates through network coordination among relatively few, well-connected actors; Lombardy through a dense constellation of institutional anchors, including Politecnico, Bocconi, PoliHub, and POLI.design, with overlapping but sometimes disconnected mandates; and São Paulo through a volume-driven, grant-dependent model whose sustainability relies heavily on FAPESP's constitutionally guaranteed funding. This variation demonstrates genuine differences in institutional mandate (Fig. 13), governance architecture, and ecosystem scale, and suggests that a robust framework must be sensitive to both explicit design integration and the implicit, design-like practices that shape ecosystem programmes without carrying

Fig. 12 | Qualitative analysis of Sustainability InnoCenter (credit: E. Chiara, 2025).

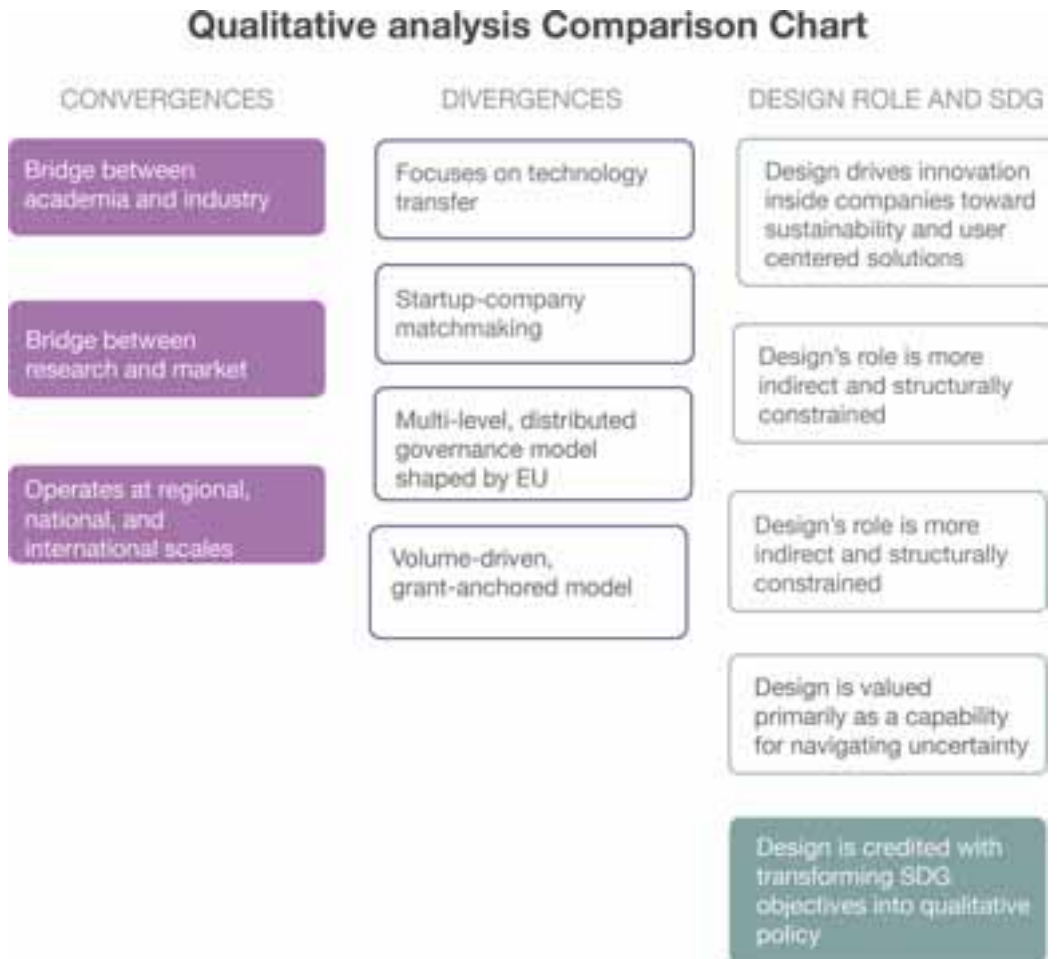
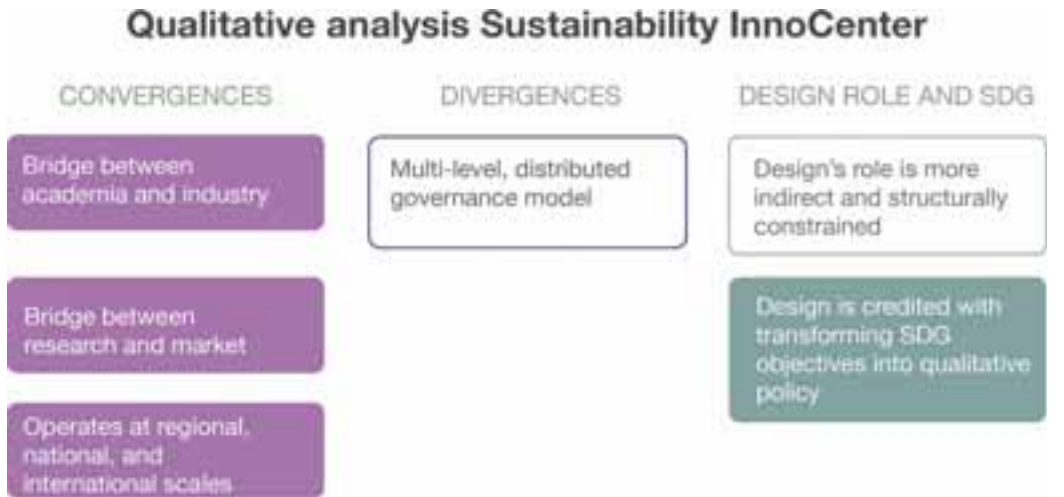


Fig. 13 | Qualitative analysis comparison chart (credit: E. Chiara, 2025).

the design label. The collaboration findings reinforce a pattern already identified theoretically in the SDG 17 analysis: effective partnership depends less on the existence of linkages than on the quality of their connections, and designing for collaboration means explicitly addressing these dynamics.

Research contributions, potential, and limitations

| The deployment of AI-assisted measurement constitutes a methodologically distinctive yet epistemically cautious contribution of this study. The experimental evidence reviewed suggests that LLMs can support scalable synthesis across heterogeneous data sources at a scale and speed that would be prohibitively demanding using manual methods alone. However, the recurring findings of the LLM evaluation studies also delineate the limits of their responsible application: automated inference may reproduce existing measurement biases, underrepresent tacit and contextually embedded knowledge, and generate overconfident classifications in high-uncertainty domains.

The comparative analysis presented in this study reveals that design's growing contribution to innovation ecosystems is structurally evident across all three regional contexts examined, yet systematically absent from the measurement frameworks that govern innovation policy. The qualitative findings introduce a further complication, one that the quantitative data cannot fully capture and that the framework must evolve to address. Across the institutional contexts examined, design emerges not as a stable capability defined consistently across contexts, but as a spectrum ranging from explicit strategic leadership, where designers are recognised as navigators of productive uncertainty, to implicit structural influence, where design-adjacent thinking operates without institutional attribution.

This paradox reveals that the advancement of design-driven innovation is constrained by the lack of instruments adequate to render that capability legible, governable, and transferable across institutional scales. The six-dimensional KPI framework proposed here, grounded in the WIPO Global Innovation Index architecture and extended through design-specific indicators validated by cross-disciplinary expert consultation, represents a step towards closing this gap. By systematically operationalising dimensions of knowledge production, talent development, entrepreneurial translation, capital orientation, governance quality, and societal impact through measurable proxies, the framework enables a form of comparative analysis that does not flatten design's contextual rich-

ness into countable outputs, but rather distributes its assessment across relational, processual, and structural registers.

While this study is primarily framed by SDG 9 and SDG 17, the proposed framework also reveals synergies with other Sustainable Development Goals. Strong synergies emerge with SDG 4, particularly through the Design Education, Talent and Skills dimension, and with SDG 8, through the Entrepreneurship and Capital and Finance dimensions, which together highlight the role of design in talent formation, skills development, startup creation, university-to-market translation, and knowledge-intensive economic activity. Indirect effects may also extend to SDGs 10, 11, 12, and 13, insofar as design can support inclusion, accessibility, sustainable production logics, and more resilient sociotechnical systems. These benefits, however, coexist with important trade-offs: ecosystem strengthening may intensify resource concentration, exclude vulnerable actors, reproduce bias through AI-assisted classification, and encourage hyper-metricised interpretations of innovation processes.

Conclusion and future developments

| Design can be positioned within innovation metrics as a constitutive dimension of ecosystem coherence, shaping the quality of partnerships, the intelligibility of R&D&I outputs to users and investors, the architecture of access to public funding, and the capacity of institutional actors to navigate productive uncertainty. The design of KPI frameworks and classification protocols is, in the terms adopted in this study, a design problem in the same sense as the design of physical artefacts or service experiences: they involve decisions about what to make visible, who is included, which trade-offs are made legible, and how systemic coherence is produced through the arrangement of constituent parts.

While the present analysis remains experimental and exploratory, serving primarily to test the analytical validity and interpretive potential of the proposed frameworks, the three ecosystems examined reveal distinct governance architectures. São Paulo embodies a volume-driven, grant-anchored model, combining structurally guaranteed funding stability with strong absolute innovation momentum; Lombardy is characterised by a dense constellation of institutional anchors, underpinned by world-class design education and industrial heritage; and Stockholm-Uppsala represents a network-coordinated model in which design appears to be most fully embedded within

formal innovation policy, thereby supporting broader SDG alignment and greater ecosystem resilience. However, the most consequential limitation of the present study is also its most generative opening: none of the three regions studied has a dedicated design measurement infrastructure. Every estimate produced is derived from proxy indicators, constructed through methodological improvisation, and subject to uncertainty ranges that would not be acceptable in more mature measurement domains. This is not a failure of the research design; it is an accurate diagnosis of a field-level gap, the closure of which constitutes the primary justification for the research programme this study initiates. The present study offers a framework for beginning that work, carefully, comparatively, and with full acknowledgement that the most important findings remain to be produced.

Future work aims to translate these findings into an inter-institutional, designer-led programme focused on co-designed measurement infrastructure, cross-ecosystem capability exchange, and evidence-based policy development across innovation centres. Its ambition is to produce relevant guidelines for strengthening the role of design in innovation ecosystems, to establish the institutional conditions under which that role can be continuously examined, refined, and operationalised across diverse governance contexts, and to foster the creation of new artefacts by a research-through-design perspective. The alignment of this programme with SDG 9 and SDG 17 is not rhetorical: both goals set normative imperatives for resilient, inclusive innovation infrastructure and for the quality of multi-stakeholder partnerships, which can only be addressed through design and evaluated through measurement frameworks sophisticated enough to capture design's constitutive, rather than peripheral, contribution.

Acknowledgements

This paper reports the preliminary results of an ongoing international research initiative developed within the USP CEPID BRIDGE Centre, a FAPESP-funded programme running from 2024 to 2028 and focused on developing methodological frameworks for measuring the contribution of design to innovation ecosystems at the meso level. The study was conducted in collaboration with three academic institutions: USP (São Paulo, Brazil), Polimi (Lombardy, Italy), and Sustainability Innocenter (Uppsala, Sweden), which

jointly contributed to the conceptual framing, methodological design, comparative empirical exploration, and interpretation of the research. The Authors also acknowledge the valuable contributions of the organisations involved in the qualitative stage of the study, namely Consorzio POLI.design, PoliHub, the Sustainability InnoCenter, and the USP Innovation Centre. Their participation provided important institutional insights into the governance, partnership structures, and design-driven dynamics of the ecosystems analysed, and was fundamental to the exploratory validation of the proposed framework. The research remains ongoing,

and the present article should therefore be read as an initial experimental contribution within a broader inter-institutional effort. Its purpose is to assess and refine the analytical validity of the proposed research artefacts and to support future work on co-designed measurement infrastructure, cross-ecosystem learning, and evidence-based policy development.

Note

1) Details of the prompt used may be requested from the Authors by email at the addresses provided.

References

- Akenroye T. O., Owens, J. D., Elbaz, J. and Durowoju O. A. (2020), "Dynamic capabilities for SME participation in public procurement", in *Business Process Management Journal*, vol. 26, issue 4, pp. 857-888. [Online] Available at: doi.org/10.1108/BPMJ-10-2019-0447 [Accessed 7 April 2026].
- Barbero, S. and Ferrulli, E. (2023), "Transizione ecologica e digitale – Il Design Sistemico nei processi di innovazione aperta delle PMI | Ecological and digital transition – Systemic Design in SMEs open innovation processes", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 269-280. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13232023 [Accessed 12 April 2026].
- Beckman, S. L. (2025), "Designing the future – Ecosystem innovation and systems leadership in 2053", in *The Design Journal | An International Journal for All Aspects of Design*, vol. 28, issue 1, pp. 176-179. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2024.2440769 [Accessed 7 April 2026].
- Belluzzi Mus, C., Caccamo, A., Fazi, R. and Maselli, V. (2021), "Socialità digitale e Covid-19 – Service Design per l'analisi del coinvolgimento emotivo nella città digitale | Digital sociability in Covid-19 era – Service Design for the analysis of emotional involvement in the digital city", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 10, pp. 250-261. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/10232021 [Accessed 7 April 2026].
- Blanco, E., Zari, M. P., Raskin, K. and Clergeau, P. (2021), "Urban Ecosystem-Level Biomimicry and Regenerative Design – Linking Ecosystem Functioning and Urban Built Environments", in *Sustainability*, vol. 13, issue 1, article 404, pp. 1-12. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su13010404 [Accessed 7 April 2026].
- Brown, T. and Katz, B. (2009), *Change by design – How design thinking transforms organisations and inspires innovation*, Harper Collins Publisher, New York.
- Campagnaro, C., Ronsivalle, D., Di Prima, N., Curtabbi, G. and Passaro, R. (2025), "Fare e rifare – Opportunità e limiti della co-progettazione per gli spazi pubblici e di welfare | Doing and redoing – Opportunities and limits of co-design for public and welfare spaces", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 17, pp. 310-323. [Online] Available at: doi.org/10.69143/2464-9309/17212025 [Accessed 7 April 2026].
- Cash, P., Daalhuizen, J. and Hekkert, P. (2023), "Evaluating the efficacy and effectiveness of design methods – A systematic review and assessment framework", in *Design Studies*, vol. 88, article 101204, pp. 1-31. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2023.101204 [Accessed 7 April 2026].
- Costa, N., Patrício, L., Morelli, N. and Magee, C. L. (2018), "Bringing Service Design to manufacturing companies – Integrating PSS and Service Design approaches", in *Design Studies*, vol. 55, pp. 112-145. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2017.09.002 [Accessed 7 April 2026].
- Deserti, A., and Rizzo, F. (2014), "Design and the Cultures of Enterprises", in *Design Issues*, vol. 30, pp. 36-56. [Online] Available at: doi.org/10.1162/DESI_a_00247 [Accessed 7 April 2026].
- Desmet, P., Overbeeke, K. and Tax, S. (2001), "Designing Products with Added Emotional Value – Development and Application of an Approach for Research through Design", in *The Design Journal | An International Journal for All Aspects of Design*, vol. 4, issue 1, pp. 32-47. [Online] Available at: dx.doi.org/10.2752/146069201789378496 [Accessed 7 April 2026].
- Eisele-Metzger, A., Lieberum, J.-L., Toews, M., Siemens, W., Heilmeyer, F., Haverjcamp, C., Boheringer, D. and Meerpohl, J. J. (2025), "Exploring the potential of Claude 2 for risk of bias assessment – Using a large language model to assess randomised controlled trials with RoB 2", in *Research Synthesis Methods*, vol. 16, issue 3, pp. 491-508. [Online] Available at: doi.org/10.1017/rsm.2025.12 [Accessed 7 April 2026].
- Galindo-Rueda, F. and Millot, V. (2015), "Measuring Design and its Role in Innovation", in *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, vol. 2015/01, pp. 1-51 [Online] Available at: dx.doi.org/10.1787/5js7p6lj6zq6-en [Accessed 7 April 2026].
- Gartlehner, G., Kahwati, L., Nussbaumer-Streit, B., Crotty, K., Hilcher, R., Kugley, S., Viswanathan, M., Thomas, I., Konet, A. and Booth, G. (2025), "From promise to practice – Challenges and pitfalls in the evaluation of large language models for data extraction in evidence synthesis", in *BMJ Evidence-Based Medicine*, vol. 30, issue 6, pp. 385-389. [Online] Available at: doi.org/10.1136/bmjebm-2024-113199 [Accessed 7 April 2026].
- Gasparotto, S., Bosco, A., Lengua, M. and Baruzzi, P. (2021), "MEET – Un percorso espositivo interattivo tra co-design e valorizzazione del territorio | Meet – An interactive exhibition itinerary between co-design and enhancement of the territory", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 10, pp. 242-249. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/10222021 [Accessed 7 April 2026].
- Hyysalo, S., Savolainen, K., Pirinen, A., Mattelmäki, T., Hietanen, P. and Virta, M. (2023), "Design types in diversified city administration – The case City of Helsinki", in *The Design Journal | An International Journal for All Aspects of Design*, vol. 26, issue 3, pp. 380-398. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2023.2181886 [Accessed 7 April 2026].
- İlhan, E. C. and Özemir, F. P. (2025), "Screens – Devices of screen ecosystems and designers' perspectives", in *Design Studies*, vol. 100, article 101331, pp. 1-28. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2025.101331 [Accessed 7 April 2026].
- Insuk, S., Boonpatharathiti, K., Booncharoen, C., Chaitipak, P., Rashid, M., Veettil, S. K., Lai, N. M., Chaiyakunapruk, N. and Dhipayom, T. (2025), "How Well Do ChatGPT and Claude Perform in Study Selection for Systematic Review in Obstetrics", in *Journal of Medical Systems*, vol. 49, article 110, pp. 1-9. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s10916-025-02246-4 [Accessed 7 April 2026].
- Katz, B. M. (2015), *Make it New – A History of Silicon Valley Design*, MIT Press, Cambridge (MA).
- Kaynak, E., Piri, I. S. and Das, O. (2025), "Revisiting the Basics of Life Cycle Assessment and Lifecycle Thinking", in *Sustainability*, vol. 17, issue 16, article 7444, pp. 1-17. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su17167444 [Accessed 7 April 2026].
- Mosely, G., Markauskaite, L., Lodge, J. M. and Wrigley, C. (2025), "The role of expertise in design facilitation practice – A systematic review", in *Design Studies*, vol. 100, article 101342, pp. 1-51. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2025.101342 [Accessed 7 April 2026].
- Nahavandi, S. (2019), "Industry 5.0 – A Human-Centric Solution", in *Sustainability*, vol. 11, issue 16, article 4371, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su11164371 [Accessed 7 April 2026].
- Nava, C. and Melis, A. (2024), "IA generativa e complessità – Verso un nuovo paradigma nel design digitale rigenerativo | Generative IA and complexity – Towards a new paradigm in regenerative digital design", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 16, pp. 40-49. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1632024 [Accessed 12 April 2026].
- Norman, D. A. and Verganti, R. (2014), "Incremental and Radical Innovation – Design Research vs. Technology and Meaning Change", in *Design Issues*, vol. 30, issue 1, pp. 78-96. [Online] Available at: doi.org/10.1162/DESI_a_00250 [Accessed 7 April 2026].
- Osello, A., Ugliotti, F. M., Rimella, N. and Loddo, F. (2024), "Modelli digitali e linguaggio naturale – Nuove prospettive per interpretare la complessità | Digital models and natural language – New perspectives for interpreting complexity", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 16, pp. 212-219. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/16182024 [Accessed 7 April 2026].
- Paay, J., Kuys, B. and Taffe, S. (2021), "Innovating product design through university-industry collaboration – Co-designing a bushfire rated skylight", in *Design Studies*, vol. 76, article 101031, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2021.101031 [Accessed 7 April 2026].
- Prochner, I. and Godin, D. (2022), "Quality in research through design projects – Recommendations for evaluation and enhancement", in *Design Studies*, vol. 78, article 101061, pp. 1-26. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2021.101061 [Accessed 7 April 2026].
- Sposito, C. and Scalisi, F. (2024), "Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione energetica | Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the energetic transition", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 3-17. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1502024 [Accessed 7 April 2026].
- Startup Genome (2025), *The Global Startup Ecosystem Report 2025*. [Online] Available at: startupgenome.com/report/gser2025/introduction [Accessed 7 April 2026].
- Tsujimoto, M., Kajikawaa, Y., Tomitab, J. and Matsumoto, Y. (2018), "A review of the ecosystem concept – Towards coherent ecosystem design", in *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 136, pp. 49-58. [Online] Available at: dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.032 [Accessed 7 April 2026].
- UN – United Nations General Assembly (2015), *Transforming our World – The 2030 Agenda for Sustainable Development*, document A/RES/70/1. [Online] Available at: sdgs.un.org/2030agenda [Accessed 7 April 2026].
- Verganti, R. (2008), "Design, Meanings, and Radical Innovation – A Metamodel and a Research Agenda", in *Journal of Product Innovation Management*, vol. 25, issue 5, pp. 436-456. [Online] Available at: doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00313.x [Accessed 7 April 2026].
- Wikander, P., Collins, D. and Evans, J. (2025), "Researching collaborative housing through design – A case study of co-design workshops involving low-income recent immigrants in Canada", in *Design Studies*, vol. 99, article 101326, pp. 1-27. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2025.101326 [Accessed 7 April 2026].
- WIPO – World Intellectual Property Organization (2024), *Global Innovation Index 2024 – Executive Version*, World Intellectual Property Organization, Geneva. [Online] Available at: doi.org/10.34667/tind.50186 [Accessed 7 April 2026].
- Wrigley, C., Mosely, G. and Tomitsch, M. (2018), "Design Thinking Education – A Comparison of Massive Open Online Courses", in *She Ji | The Journal of Design, Economics, and Innovation*, vol. 4, issue 3, pp. 275-292. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.sheji.2018.06.002 [Accessed 7 April 2026].
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B. and Wang, L. (2021), "Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, conception and perception", in *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 61, pp. 530-535. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006 [Accessed 7 April 2026].
- Yisha, Z., Zou, P., Li, S., Zhang, L., Guo, L., Gu, A., Liu, G., Liu, T. and Wang, X. (2026), "Assessing data extraction in randomised clinical trials with large language models", in *BMC Medical Research Methodology*, vol. 26, article 33, pp. 1-10. [Online] Available at: doi.org/10.1186/s12874-025-02729-5 [Accessed 7 April 2026].
- Zannoni, M., Succini, L., Rosato, L. and Pasini, V. (2024), "Transitional industrial designer – La responsabilità di progettisti e imprese per una transizione sostenibile | Transitional industrial designer – The responsibility of designers and companies for a sustainable transition", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 332-343. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15282024 [Accessed 12 April 2026].