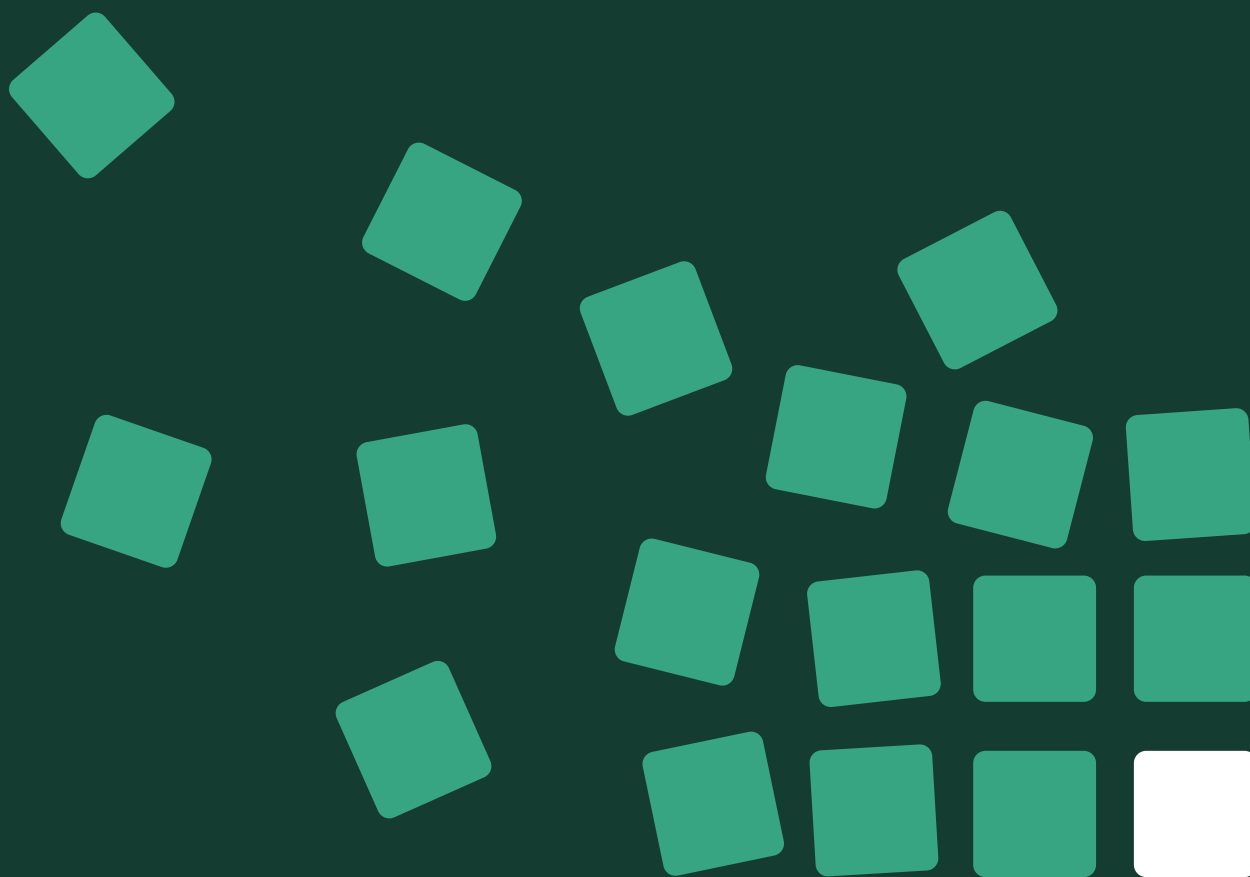


Progettare l'Interdisciplinarietà

Il ruolo del Design in un Laboratorio 3D Biomedicale



Candidato
Davide Somma

Relatrice
Amina Pereno

Correlatori
Giulio Malucelli
Paolo Oliva



Progettare l'Interdisciplinarietà

Il ruolo del Design in un Laboratorio 3D Biomedicale

Politecnico di Torino

DAD – Dipartimento di Architettura e Design

Design e comunicazione

A.A. 2025–2026

Tesi di Laurea Triennale Febbraio 2026

Candidato
Davide Somma

Relatrice
Amina Pereno

Correlatori
Giulio Malucelli
Paolo Oliva

	Abstract	1
1	Introduzione	2
	1.1 Contesto e motivazioni	4
	1.2 Obiettivi e domanda di ricerca	5
	1.3 Struttura e metodologia del lavoro	6
2	Il 3D Innovation Lab: contesto tecnologico ed ecosistema degli attori	8
	2.1 Missione e valori del laboratorio	10
	2.2 Attività di ricerca e infrastruttura tecnologica	11
	2.3 L'ecosistema umano: il Modello a 4 Quadranti	12
	2.3.1 La composizione demografica reale	14
	2.4 Analisi dei bisogni interni	15
	2.4.1 Le criticità emerse	15
	2.4.2 I bisogni latenti	16
	2.5 Verso un'integrazione strutturale	17
3	Ruolo e competenze del designer nei sistemi complessi: dal modello teorico all'adattamento biomedicale	18
	3.1 L'evoluzione del ruolo: dal prodotto alle transizioni sistemiche	20
	3.2 Il framework teorico di riferimento: le "Signature Pedagogies"	24
	3.3 Adattamento al contesto biomedicale: una proposta di competenze situate	30
	3.4 Strumenti metodologici a supporto delle competenze	36

4	Applicazione e validazione del modello: analisi dei casi studio	42
	4.1 ABS riciclato per dispositivi medici	47
	4.1.1 Descrizione e analisi del progetto	47
	4.1.2 L'ecosistema degli attori e le tempistiche	48
	4.1.3 Sviluppo dell'interdisciplinarietà e ruolo del designer	49
	4.1.4 Analisi delle competenze e leve strategiche	52
	4.2 Litotrissia laser: un progetto metodologico di co-design	54
	4.2.1 Descrizione e analisi del progetto	54
	4.2.2 L'ecosistema degli attori e le tempistiche	55
	4.2.3 Sviluppo dell'interdisciplinarietà e ruolo del designer	56
	4.2.4 Analisi delle competenze e leve strategiche	59
	4.3 Noesis: un oggetto simbolico per la Quality Policy	62
	4.3.1 Descrizione e analisi del progetto	62
	4.3.2 L'ecosistema degli attori e le tempistiche	62
	4.3.3 Sviluppo dell'interdisciplinarietà e ruolo del designer	54
	4.3.4 Analisi delle competenze e leve strategiche	66
5	Discussione e Linee Guida: il design come abilitatore di interdisciplinarietà	68
	5.1 Confronto sinottico dei casi studio: verso un profilo di competenze	70
	5.1.1 Le competenze più utilizzate allo stato attuale	71
	5.1.2 Le competenze necessarie in prospettiva futura	72
	5.2 Linee guida per la pratica progettuale nel biomedicale	74
	5.3 Limiti della ricerca di tesi	77
	5.4 Conclusioni e prospettive future	79
	Bibliografia	80
	Appendice	84

ABSTRACT

Il settore biomedicale contemporaneo sta vivendo una profonda trasformazione, evolvendo verso modelli di cura personalizzati che richiedono una crescente integrazione tra competenze cliniche, ingegneristiche e progettuali. In questo scenario, il design assume un ruolo strategico non più limitato alla definizione formale dell'artefatto, ma esteso alla gestione di processi complessi e interdisciplinari.

Il presente lavoro di tesi indaga l'ecosistema del 3D Innovation Lab di Humanitas University con l'obiettivo di definire il profilo professionale necessario al designer per operare efficacemente in contesti ad alta intensità scientifica e normativa. Attraverso un approccio metodologico misto, che intreccia l'analisi dei bisogni organizzativi con la validazione di tre casi studio eterogenei, la ricerca propone un adattamento "situato" del framework pedagogico Head, Hand, Heart, descritto da Shulman nel 2005.

I risultati dimostrano come la figura del progettista, all'interno del laboratorio, trascenda il ruolo di tecnico esecutore per configurarsi come un mediatore sistemico. Tale profilo è caratterizzato dalla capacità di attivare dinamicamente un set di competenze trasversali che integrano gli aspetti tecnici, cognitivi e relazionali della professione, fungendo da ponte per coordinare i linguaggi e i flussi operativi tra il personale medico e l'area ingegneristica.

Il lavoro si conclude con la proposta di linee di indirizzo strategiche, offrendo un modello di riferimento utile alla formazione di professionisti capaci di orientarsi e agire con competenza nelle dinamiche interdisciplinari, apportando un contributo concreto all'interno dei moderni ecosistemi di cura.

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1

1.1 Contesto e motivazioni

Viviamo in un periodo storico in cui l'innovazione non può più essere intesa soltanto come un avanzamento tecnologico, bensì come un **processo culturale e sociale** capace di **generare valore** per le persone e per i contesti in cui vivono [1]. Progettare significa oggi assumersi la responsabilità di immaginare soluzioni che migliorino la vita quotidiana, costruendo connessioni tra conoscenze, bisogni e possibilità tecniche [2]. In questa prospettiva, il design si configura come uno **strumento di trasformazione**, un linguaggio capace di dare forma concreta a idee, necessità e relazioni tra individui e sistemi complessi.

Tra gli ambiti in cui il design può operare, quello **sanitario** rappresenta uno dei più sfidanti. Qui, generare valore non significa soltanto perfezionare strumenti o tecnologie, ma migliorare la qualità dell'esperienza di cura, favorendo una relazione più consapevole tra le persone e i sistemi che le supportano [3]. L'interesse dello scrivente per questo settore è maturato durante il percorso accademico, in particolare attraverso il laboratorio di "Design dell'esplorazione", dove si è indagato come il progetto possa intervenire in situazioni di vulnerabilità umana. Questa riflessione ha evidenziato come il design possa configurarsi come uno strumento di empatia e comprensione del bisogno, ponendo le basi per un approfondimento nel settore biomedicale.

Sulla base di queste premesse, è stato svolto un tirocinio curriculare presso il **3D Innovation Lab** di Humanitas University, un laboratorio interdisciplinare dove ingegneri, chirurghi e ricercatori collaborano per sviluppare **soluzioni patient-specific**. L'ingresso in questo ecosistema ha rappresentato un'occasione privilegiata per osservare come la cultura del progetto possa inserirsi in un contesto ad alta intensità tecnica, permettendo di analizzare la ricchezza di un sistema in cui la precisione scientifica e la sensibilità progettuale coesistono.

1.2 Obiettivi e domanda di ricerca

L'esperienza di tirocinio ha messo in luce una dinamica fondamentale: in un laboratorio 3D biomedicale, il designer non opera mai come un solista, ma si trova costantemente a interagire con **figure eterogenee** (medici, ingegneri, partner esterni), ciascuna portatrice di un proprio linguaggio e di priorità specifiche. L'obiettivo del presente lavoro di tesi è comprendere come le competenze del designer possano integrarsi in tale sistema complesso, evolvendo da un ruolo puramente esecutivo a uno strategico [4].

La domanda di ricerca che guida il lavoro può dunque essere formulata come segue:

In che modo il designer, inserito in un laboratorio 3D biomedicale interdisciplinare, può riconfigurare le proprie competenze per agire come abilitatore di processi e generatore di valore per l'intero ecosistema?

1.3 Struttura e metodologia del lavoro

La ricerca si struttura in quattro capitoli che seguono un percorso logico-deduttivo.

Capitolo 2. Il Contesto:

si analizza il 3D Innovation Lab non solo come infrastruttura tecnologica, ma come **ecosistema umano**. Si introduce un modello di categorizzazione degli attori ("Modello a 4 Quadranti") e sono presentati i risultati di un questionario interno, utilizzati per diagnosticare le criticità organizzative e i bisogni latenti del laboratorio.

Capitolo 3. Framework Teorico:

attraverso uno studio critico e un'interpolazione dei contributi presenti in letteratura, si ricostruisce l'evoluzione epistemologica del design. Su questa base, si definisce il profilo di competenze del designer all'interno del sistema biomedicale mediante il modello pedagogico delle "Signature Pedagogies" (Head, Hand, Heart) [5]. Tale apparato teorico permette di mappare le abilità del progettista integrando in modo sinergico le **sfere cognitive, pratica e relazionale**, traducendole in competenze situate.

Capitolo 4. Casi Studio:

il modello teorico è validato attraverso l'analisi di **tre progetti reali** sviluppati durante il periodo di tirocinio: la validazione di un materiale riciclato (ABS), il co-design di strumenti chirurgici (Litotrissia) e la progettazione della cultura organizzativa (Noesis). Ogni caso dimostra l'attivazione di specifiche combinazioni di competenze.

Capitolo 5. Discussione e Linee Guida:

attraverso un confronto sinottico dei casi studio mediante Radar Chart, si sintetizzano i risultati della ricerca. Il capitolo si conclude con la proposta di **linee guida operative** per la pratica del design nel biomedicale, offrendo strumenti concreti per formare professionisti capaci di navigare la complessità di questo settore in evoluzione.

**IL 3D
INNOVATION LAB:
CONTESTO
TECNOLOGICO
ED ECOSISTEMA
DEGLI ATTORI**

CAPITOLO 2

2.1 Missione e valori del laboratorio

Il 3D Innovation Lab di Humanitas University si configura come un **centro avanzato di ricerca e sperimentazione**, nato per integrare medicina, ingegneria e scienze dei materiali in un unico ecosistema operativo.

La sua missione principale consiste nel trasformare la ricerca scientifica in soluzioni applicabili e personalizzate, capaci di migliorare la qualità della cura, della formazione e della sperimentazione biomedica.

Il laboratorio opera come **hub di connessione** tra l'ospedale, l'università e i partner industriali, favorendo lo sviluppo di tecnologie clinicamente rilevanti attraverso l'adozione dell'**additive manufacturing**. Alla base della sua filosofia vi è una **visione human-centered**, che riconosce nella tecnologia un mezzo, e non un fine, per generare valore per pazienti, medici e ricercatori [6] [7].

2.2 Attività di ricerca e infrastruttura tecnologica

L'attività del laboratorio si divide in tre aree che coprono l'intero spettro dell'ingegneria biomedica applicata [6] [7]:

- **MODELLAZIONE ANATOMICA E SURGICAL PLANNING**
a partire da immagini diagnostiche (TAC/RMN), sono realizzate repliche fisiche ad alta fedeltà delle strutture anatomiche e guide di taglio personalizzate, con l'obiettivo di ridurre i tempi operatori e aumentare la sicurezza delle procedure chirurgiche.
- **FORMAZIONE AVANZATA (PHANTOM)**
si sviluppano modelli anatomici che riproducono realisticamente la consistenza dei tessuti biologici, permettendo a studenti e specializzandi di esercitarsi in un ambiente privo di rischi.
- **BIOFABBRICAZIONE E TISSUE ENGINEERING**
trattasi di una ricerca sperimentale focalizzata sulla stampa di scaffold bioattivi e idrogeli cellulari per la medicina rigenerativa.

Per sostenere queste attività, il laboratorio dispone di un'**infrastruttura tecnologica** di livello industriale (stampanti 3D multi-materiale, sistemi di bioprinting, scanner 3D), concepita per coprire l'intero ciclo di sviluppo del prodotto, dalla digitalizzazione alla validazione fisica.

2.3 L'ecosistema umano: il Modello a 4 Quadranti

Il valore del 3D Innovation Lab non risiede solo nelle tecnologie, ma nella configurazione unica del suo capitale umano. Il laboratorio è un **ambiente multidisciplinare** capace di unire figure diverse a seconda degli obiettivi, garantendo il team migliore per ogni ricerca. Sulla base dell'analisi del contesto e delle dinamiche osservate, è possibile mappare gli attori che ruotano attorno al laboratorio in quattro macro-categorie funzionali (Figura 1). Questo schema costituisce la chiave di lettura per comprendere come le competenze si intreccino nei casi studio analizzati successivamente.



Figura 1.
L'Ecosistema degli Attori
del 3D Innovation Lab

Le quattro categorie sono così definite:

DESIGNER e RICERCATORI

Tirocinanti, Tesisti, Dottorandi di ricerca.

Ruolo
Queste figure mettono a disposizione competenze metodologiche e capacità di analisi. Rappresentano il motore operativo del laboratorio, capace di trasformare le idee in risultati concreti attraverso un'esecuzione precisa.

STAFF TECNICO e MANAGEMENT

Lab Manager, Ingegneri Biomedici strutturati, Tecnici di laboratorio.

Ruolo
Rappresentano la continuità operativa e strategica. Gestiscono le risorse, garantiscono la fattibilità tecnica dei progetti, mantengono i macchinari e definiscono la visione a lungo termine del laboratorio.

PERSONALE MEDICO e CLINICO

Medici strutturati, Specializzandi, Personale infermieristico.

Ruolo
Sono i portatori del "bisogno clinico" (*need*). Il loro ruolo è fondamentale per innescare il processo progettuale e per validare le soluzioni dal punto di vista medico; spesso coincidono con gli utenti finali del dispositivo.

PARTNER ESTERNI e STAKEHOLDER

Aziende partner (con cui si stipulano contratti industriali), Consulenti specializzati, Università e altri Centri di ricerca.

Ruolo
Forniscono competenze specialistiche, supporto normativo e certificazioni, collaborando allo sviluppo tecnologico e all'innovazione attraverso accordi strutturati.

2.4 Analisi dei bisogni interni

Al fine di comprendere come questi diversi attori interagiscano tra loro e quali siano le criticità operative latenti, è stato ideato e somministrato un questionario analitico rivolto ai membri attivi e ai collaboratori storici (campione di 19 soggetti). L'obiettivo dell'indagine non era valutare le performance tecniche, bensì esplorare la **qualità dei processi collaborativi** tra i diversi quadranti dell'ecosistema.

2.4.1 Le criticità emerse

L'analisi descrittiva delle risposte ha fatto emergere un quadro complesso. Sebbene la comunicazione interna sia percepita come efficace dalla maggioranza (oltre il **90%** la valuta positivamente), emergono evidenti difficoltà nella struttura operativa, come dettagliato nella Figura 3.

SCARSA STANDARDIZZAZIONE

il **57,9%** dei rispondenti ritiene che le procedure di lavoro siano solo parzialmente standardizzate, e il **26,3%** le considera poco o per nulla definite.

quando si verificano, i rallentamenti sono attribuiti principalmente all'assenza di linee guida chiare (**36,8%**) e alle differenze di linguaggio tra figure diverse (**31,6%**)

CAUSE DEI PROBLEMI

OPACITÀ DEGLI OBIETTIVI

le difficoltà maggiori si riscontrano nella chiarezza degli obiettivi e delle tempistiche (segnalata dal **57,9%** del campione) e nella comprensione delle task operative al **52,6%**

Figura 3.
Principali criticità operative emerse

2.3.1 La composizione demografica reale

Se questo è il modello funzionale, l'indagine interna condotta tramite questionario (approfondita nel paragrafo 2.4) restituisce la fotografia reale di chi popola questi quadranti quotidianamente. Dai dati raccolti emerge che la popolazione che frequenta il laboratorio è prevalentemente giovane e legata alla ricerca (si veda Figura 2).

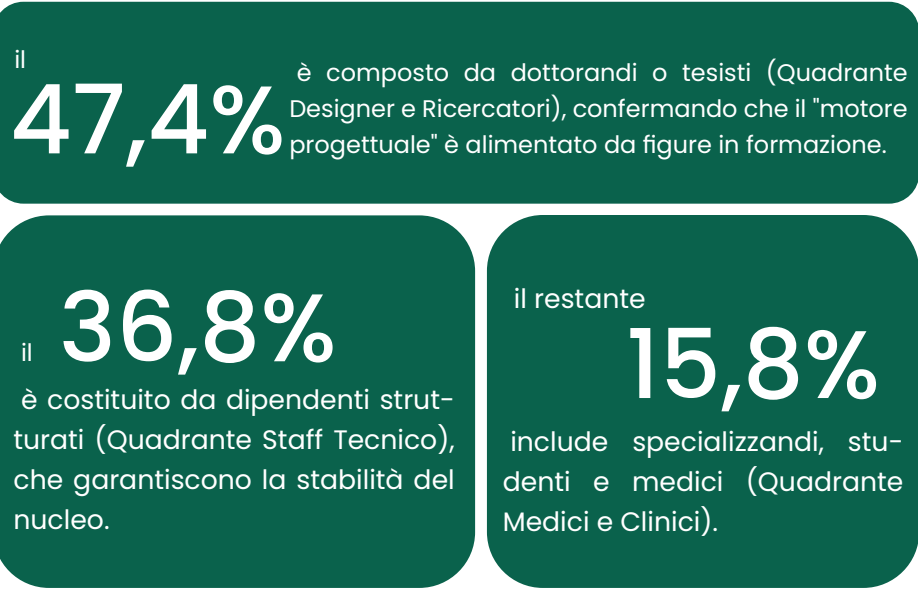


Figura 2.
Composizione demografica dell'utenza del laboratorio

Un dato rilevante riguarda l'intensità della collaborazione: il **68,4%** dei membri vive il laboratorio quotidianamente. Questo definisce un ambiente ad **alta densità interattiva**, dove i quattro quadranti si incrociano continuamente, rendendo necessaria una gestione fluida delle interfacce tra competenze diverse.

2.4.2 I bisogni latenti

Per identificare le radici profonde di queste criticità, le risposte sono state sottoposte a un processo di clusterizzazione tematica. Data la natura qualitativa e le dimensioni del campione, questa analisi ha permesso di sintetizzare la complessità delle opinioni individuali, **aggregando** le variabili emerse per **affinità logica e funzionale**. Questo processo di sintesi ha fatto emergere tre macro-aree di "Bisogni Primari" (*Primary Needs*):

- **ORGANIZZAZIONE E COMUNICAZIONE DI PROGETTO**
emerge il bisogno di strumenti che migliorino la sincronizzazione tra i diversi attori (per esempio tra Staff Tecnico e Ricercatori).
- **CHIAREZZA OPERATIVA (WORKFLOW)**
è la necessità di definire confini chiari tra ruoli e responsabilità. L'analisi mostra che l'ambiguità su "chi fa cosa" rallenta l'esecuzione, specialmente nei progetti che coinvolgono più quadranti.
- **SUPPORTO AL TRAINING E ALLA FORMAZIONE**
evidenzia la richiesta, specialmente da parte del quadrante Designer e Ricercatori (spesso figure *junior*), di avere accesso a materiali formativi codificati per acquisire autonomia tecnica senza dipendere costantemente dallo Staff Tecnico.

L'incrocio di questi dati rivela una struttura della conoscenza di tipo "piramidale": l'accesso alle informazioni è fortemente correlato **all'anzianità del ruolo**. Lo Staff Tecnico naviga il sistema con agilità, mentre le figure in ingresso faticano a orientarsi a causa della mancanza di processi espliciti.

2.5 Verso un'integrazione strutturale

L'analisi mostra che il 3D Innovation Lab dispone di tecnologie all'avanguardia, ma necessita di migliorare i propri processi organizzativi. L'elevata autonomia operativa, seppur vitale per la ricerca, rischia di trasformarsi in disordine gestionale quando la complessità dei progetti aumenta e coinvolge attori di quadranti diversi (per esempio Partner Esterni o Clinici).

È proprio in questo scarto che si inserisce l'opportunità per il design. I bisogni emersi (chiarezza, visualizzazione, standardizzazione) non sono problemi puramente tecnici, ma **sfide progettuali**.

Il designer, in questo contesto, è chiamato a mediare tra i diversi quadranti dell'ecosistema: deve tradurre il bisogno del Clinico, rispettare i vincoli dello Staff Tecnico, collaborare con i Partner Esterni e supportare i Ricercatori.

Come sarà esaminato nel capitolo successivo, ciò richiede l'attivazione di competenze specifiche che vanno oltre la tecnica, abbracciando la mediazione sistemica e la capacità di visualizzare la complessità per renderla accessibile a tutto il team.

**RUOLO E
COMPETENZE DEL
DESIGNER NEI
SISTEMI COMPLESSI:
DAL MODELLO
TEORICO
ALL'ADATTAMENTO
BIOMEDICALE**

CAPITOLO 3

3.1 L'evoluzione del ruolo: dal prodotto alle transizioni sistemiche

La disciplina del design ha subito negli ultimi decenni una profonda **trasformazione epistemologica e operativa**, spostando progressivamente il proprio baricentro dalla definizione formale dell'artefatto alla progettazione di sistemi, processi e relazioni complesse. Già nel 1992, Richard Buchanan, nel suo celebre saggio "Wicked Problems in Design Thinking", teorizzava l'esistenza di **quattro ordini del design**, descrivendo un'evoluzione che parte dalla progettazione dei simboli e delle cose per arrivare all'azione e al pensiero sistemico [8].

Nello specifico, Buchanan non intende questi ordini come categorie rigide, ma come "luoghi di invenzione" (placements) dove il design thinking viene applicato, espandendo progressivamente il raggio d'azione del progettista (si veda Figura 4).

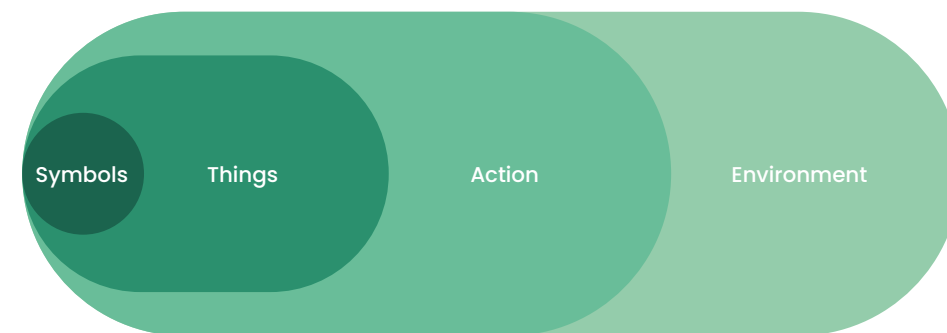


Figura 4.
Grafico dei 4 ordini nel design.
Adattamento dell'autore da Buchanan (1992)

- **IL PRIMO ORDINE (SYMBOLIC AND VISUAL COMMUNICATIONS)**
riguarda il Design delle comunicazioni simboliche e visive. Qui l'attenzione è focalizzata sull'interpretazione e la comunicazione di messaggi attraverso **parole e immagini**. È la dimensione tradizionale del *graphic design*, dove l'obiettivo è persuadere o informare l'utente attraverso segni visivi efficaci.
- **IL SECONDO ORDINE (MATERIAL OBJECTS)**
riguarda il Design degli oggetti materiali. Si sposta l'attenzione sulla costruzione fisica, sulla **forma** e sulla funzione tangibile. È l'ambito classico dell'*industrial design* e dell'ingegneria, dove il focus è sulla creazione di artefatti concreti che rispondono a necessità pratiche.
- **IL TERZO ORDINE (ACTIVITIES AND ORGANIZED SERVICES)**
riguarda il Design delle attività e dei servizi organizzati. È il territorio del *service design* e della gestione dei flussi, dove si pianificano strategie d'azione e processi logistici, spostando il focus dall'oggetto all'**esperienza d'uso** nel tempo.
- **IL QUARTO ORDINE (COMPLEX SYSTEMS OR ENVIRONMENTS)**
riguarda il Design di sistemi complessi o ambienti. È il livello più elevato e astratto, che include l'integrazione di simboli, oggetti e azioni in un ecosistema coerente. In questo stadio, il design si occupa di sostenere l'attività umana nella sua interezza, governando le **interconnessioni tra le parti** [8].

Secondo questa visione, il designer non è più chiamato meramente a dare forma ("*form-giving*") a un oggetto finito, ma a intervenire in contesti caratterizzati da quelli che già nel 1973 Rittel e Webber definiscono "**Wicked Problems**": problemi indeterminati, intrinsecamente conflittuali e privi di una soluzione univoca, la cui risoluzione dipende strettamente dal contesto sociale e tecnico in cui sono immersi [9].

Tuttavia, il contesto contemporaneo spinge la disciplina ancora oltre. Come teorizzato recentemente da Marzia Mortati, si è di fronte all'emergere di un "**Quinto Ordine**" del design [10]. In questa nuova dimensione (Figura 5), il design non si limita a gestire sistemi esistenti, ma diventa un agente fondamentale per governare le transizioni e le trasformazioni profonde (digitali, ecologiche, sociali) attraverso l'uso intensivo di **dati e nuove tecnologie**.

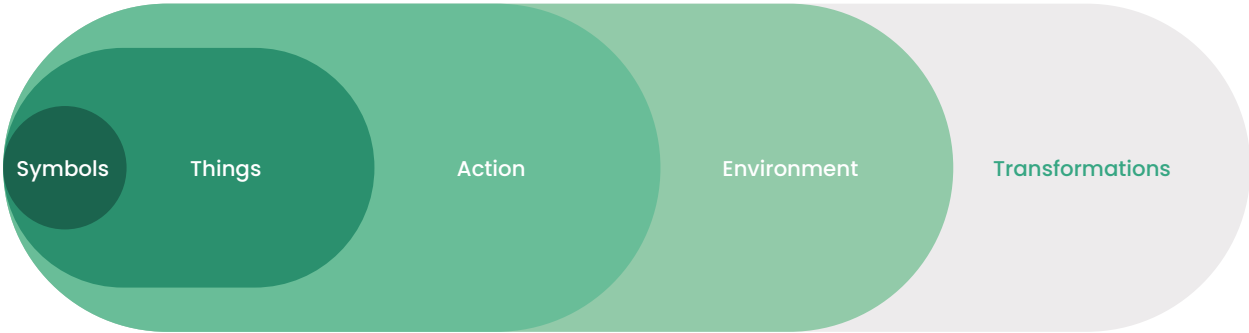


Figura 5.
Grafico dei 5 ordini nel design.
Adattamento dell'autore da Mortati (2022)

È in questo scenario, dove il design incontra la complessità dei sistemi viventi e digitali, che si colloca l'attività del 3D Innovation Lab. Il laboratorio non opera semplicemente come un centro di produzione (Secondo Ordine) o di servizio (Terzo Ordine), ma agisce come un'infrastruttura ibrida che incarna le sfide del Quarto e Quinto Ordine: qui il designer deve mediare tra i dati quantitativi dell'anatomia (big data) e le necessità tacite ed esperienziali del percorso di cura (thick data) operando una "**data physicalization**" che trasforma informazioni cliniche complesse in strumenti di cura tangibili [10].

Questa collocazione ibrida e la natura "wicked" dei problemi affrontati impongono un ripensamento della figura professionale stessa. Se il designer non è più solo un creatore di forme ma un **mediatore di sistemi complessi**, il suo **bagaglio di conoscenze** deve necessariamente espandersi e diversificarsi rispetto alla formazione tradizionale. Emerge, dunque, la necessità di decostruire e analizzare questa nuova identità professionale per comprendere quali strumenti, cognitivi, tecnici ed etici, siano richiesti per legittimare il suo **ruolo** all'interno di un **ecosistema clinico** altamente codificato.

3.2 Il framework teorico di riferimento: le "Signature Pedagogies"

Per mappare efficacemente le **competenze** necessarie a operare in tale complessità, è utile adottare un modello pedagogico olistico che superi la tradizionale dicotomia tra teoria e pratica. La cornice teorica di riferimento per questa analisi affonda le sue radici nel lavoro seminale di Lee Shulman (2005) sulle "Signature Pedagogies" [5]. Shulman sostiene che ogni professione distintiva, sia essa la medicina, il diritto o l'ingegneria, possiede una **modalità di insegnamento caratteristica** che forma i futuri praticanti non solo nelle conoscenze tecniche, ma nel modo stesso di **pensare, agire e sentire della professione**. Secondo questo modello, una formazione professionale completa deve orchestrare lo sviluppo di tre abitudini fondamentali e interdipendenti: gli **Habits of Mind** (la dimensione cognitiva), gli **Habits of Hand** (la dimensione tecnica) e gli **Habits of Heart** (la dimensione etica e valoriale).

Questo *framework* è stato recentemente ripreso e contestualizzato per l'ambito del "Design and Technology" da Matt McLain (2021), il quale utilizza la **lente delle tre dimensioni** per analizzare come i **designer** costruiscano la propria **professionalità operativa** [11].

Nello specifico, McLain declina le tre sfere (mostrate in Figura 6) come segue:

- **HEAD (LEARNING TO THINK)**
la dimensione cognitiva e strategica, ovvero come il designer ragiona, analizza e gestisce la complessità.
- **HAND (LEARNING TO PERFORM)**
la dimensione tecnica e performativa, ovvero come il designer agisce, crea e visualizza.
- **HEART (LEARNING TO ACT WITH INTEGRITY)**
la dimensione etica e relazionale, ovvero come il designer interagisce con gli altri e agisce con integrità.

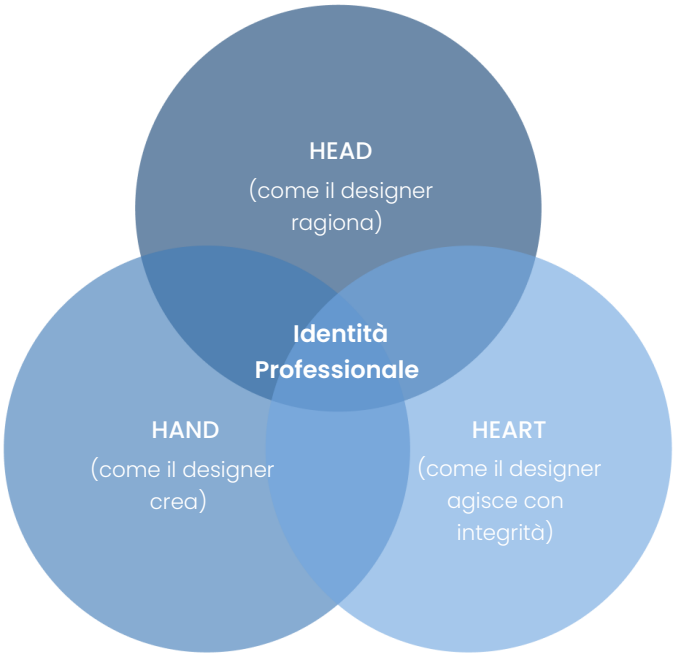


Figura 6.
Le tre dimensioni delle Signature Pedagogies.
Adattamento dell'autore da McLain (2021).

Partendo da questa macro-strutturazione, è stata condotta un'analisi della letteratura di settore per identificare le **competenze specifiche** richieste al designer contemporaneo.

Questa sintesi ha portato all'elaborazione di un **framework integrato** (Tabelle 1-3), che raccoglie e sistematizza contributi eterogenei all'interno della cornice pedagogica definita.

Come evidenziato nella tabella di sintesi, le tre dimensioni si arricchiscono di contenuti specifici:

- La dimensione **Head**, integrando gli studi di Watkins et al. (2021), si evolve nel *Systems Thinking*, nel *Critical Inquiry* e nell'*Adaptive Knowledge* [12]. È la facoltà di "**ragionare il progetto**", analizzando le premesse e le conseguenze sistemiche prima di cercare soluzioni operative.
- La dimensione **Hand** rappresenta la concretezza e l'**azione trasformativa**. Oltre alla padronanza strumentale, include le tecniche di prototipazione e la visualizzazione scientifica (Güney, 2019) [13], intese come il mezzo attraverso cui il pensiero astratto diventa artefatto verificabile in un processo continuo di *making*.
- La dimensione **Heart** emerge come cruciale per l'interdisciplinarietà. Riguarda l'**empatia verso l'utente** (*User-Centered Design*), ma si estende alla capacità di collaborare in team multidisciplinari gestendo l'incertezza con resilienza e integrità professionale [11].

Tabella 1.
Mappatura delle competenze: la dimensione Head.

HEAD (LEARNING TO THINK)		
RIFERIMENTI	SKILL/COMPETENZA	ANALISI
<i>Watkins et al. (Systems, PSS) [12]</i> <i>McLain (Wicked Problems) [11]</i> <i>Silver & Ruokamo (Systemic Thinking) [17]</i>	Strategic & Systemic Thinking	Capacità di gestire la complessità e i "Wicked Problems". Include la visione olistica (Systems Thinking), la progettazione di ecosistemi complessi (PSS), la comprensione delle interdipendenze tra le parti (es. prodotto, servizio, contesto) e la gestione dell'incertezza decisionale .
<i>Watkins et al. (Critical Thinking) [12]</i> <i>McLain (Solutioning) [11]</i> <i>Silver & Ruokamo (Scientific Thinking) [17]</i>	Design Thinking & Critical Inquiry	Il processo cognitivo di risoluzione dei problemi (" Solutioning "). Un approccio logico e formale alla risoluzione dei problemi che va oltre la semplice creatività, integrando analisi critica e pianificazione strategica per generare innovazione.
<i>Watkins et al. (Lifelong Learning) [12]</i> <i>McLain (Theory-Practice) [11]</i> <i>Silver & Ruokamo (Transferable Skills) [17]</i>	Adaptive Knowledge & Theory	La capacità di colmare il divario tra teoria e pratica (Knowledge in action) e l'attitudine all'apprendimento continuo (Lifelong Learning) per adattarsi a tecnologie e scenari in rapida evoluzione.

Tabella 2.
Mappatura delle competenze: la dimensione Hand.

HAND (LEARNING TO PERFORM)		
RIFERIMENTI	SKILL/COMPETENZA	ANALISI
<i>Watkins et al. (Technical Eng. Knowledge & FMEA) [12]</i>	Materiality & Technical Competence	Il "saper fare" tangibile. Comprende capacità di interazione fisica coi materiali , la conoscenza dei processi produttivi e l'uso di tecniche ingegneristiche per validare la fattibilità tecnica delle soluzioni.
<i>McLain (Materiality) [11]</i>		
<i>McLain (Ideate-Realise-Critique) [11]</i>	Iterative Realisation & Prototyping	La capacità operativa di concretizzare le idee attraverso cicli continui di "Ideate-Realise-Critique". Include la prototipazione rapida come strumento di verifica, accettando che il risultato si evolva durante il processo.
<i>Watkins et al. (Prototyping of 3D solutions) [12]</i>		
<i>Güney (Visual Literacy & Cognitive Load) [13]</i>	Visual Literacy & Scientific Visualization	Capacità di tradurre concetti astratti o invisibili in rappresentazioni visive comprensibili (Visual Thinking). Include la gestione del carico cognitivo (Cognitive Load) e l'uso di tecnologie virtuali/digitali per supportare l'apprendimento e la comunicazione di dati complessi .
<i>Watkins et al. (Visual Communication) [12]</i>		
<i>Silver & Ruokamo (Info & Data Literacy) [17]</i>		

Tabella 3.
Mappatura delle competenze: la dimensione Heart.

HEART (LEARNING TO ACT WITH INTEGRITY)		
RIFERIMENTI	SKILL/COMPETENZA	ANALISI
<i>Watkins et al. (User-Centered) [12]</i>	Empathy & Human-Centricity	Capacità di comprendere profondamente i bisogni umani. Integra l' Intelligenza Emotiva e l' approccio User-Centered per creare soluzioni che rispondano a requisiti non solo funzionali, ma anche emotivi e psicologici.
<i>Silver & Ruokamo (Emotional Intelligence) [17]</i>		
<i>McLain (Empathy) [11]</i>	Collaborative Co-Creation	Il passaggio da creatore solitario a facilitatore. Include la "co-creazione attiva", la gestione di team multidisciplinari e l'uso del dialogo come strumento per integrare conoscenze eterogenee nel progetto.
<i>Silver & Ruokamo (Co-creation & Participatory Design) [17]</i>		
<i>McLain (Dialogue) [11]</i>	Professional Integrity & Resilience	La postura etica professionale. Riguarda la capacità di tollerare l'incertezza e il rischio (<i>Managing Uncertainty</i>), la resilienza operativa e la gestione responsabile del proprio ruolo all'interno del team.
<i>Watkins et al. (Interdisciplinary Collaboration) [12]</i>		
<i>McLain (Acting with Integrity & Uncertainty) [11]</i>		
<i>Silver & Ruokamo (Tolerance for Uncertainty) [17]</i>		
<i>Watkins et al. (Self-management) [12]</i>		

3.3 Adattamento al contesto biomedicale: una proposta di competenze situate

Il framework appena esposto (Tabelle 1-3) definisce le coordinate macroscopiche del **designer contemporaneo**, ma rimane un modello necessariamente generale. Quando queste categorie universali vengono calate nella realtà operativa del 3D Innovation Lab, subiscono una profonda ridefinizione dettata dalla specificità dell'ambiente.

In questo scenario, non cambia la natura della competenza (che rimane tripartita in cognitiva, tecnica ed etica), ma cambia radicalmente la sua modalità di attivazione. Il contesto del laboratorio, agendo come infrastruttura del Quinto Ordine, non impone solo vincoli normativi, ma richiede una mediazione costante tra la fluidità dei dati biologici e la rigidità dei protocolli clinici.

Di conseguenza, l'adattamento del modello Head-Hand-Heart qui proposto (sintetizzato nelle Tabelle 4-6) non è una semplice applicazione, ma una **traduzione operativa** che converte le tre dimensioni classiche in strumenti specifici per navigare l'**interdisciplinarietà biomedicale**.

Tabella 4.
Adattamento interdisci-
plinare del framework
Head.

HEAD (LEARNING TO THINK)	
SKILL/COMPETENZA INTERDISCIPLINARE	ADATTAMENTO INTERDISCIPLINARE
Systemic Mediation	Individuazione di percorsi progettuali in grado di soddisfare simultaneamente i need clinici, i vincoli normativi e la fattibilità tecnica, mediando tra requisiti spesso conflittuali.
Translational Reframing	Traduzione di problematiche mediche in specifiche tecniche ingegneristiche, riformulando il bisogno astratto in una sfida risolvibile dal team .
Interdisciplinary Fluency	Assimilazione rapida di lessici specifici (anatomico, legale, tecnico) per abbattere le barriere linguistiche e abilitare un dialogo alla pari tra specialisti diversi.

Tabella 5.
Adattamento interdisci-
plinare del framework
Hand.

HAND (LEARNING TO PERFORM)	
SKILL/COMPETENZA INTERDISCIPLINARE	ADATTAMENTO INTERDISCIPLINARE
Bio-Material Compliance	Selezione rigorosa e gestione di materiali e processi per garantire contemporaneamente la stampabilità e la sicurezza d'uso o biocompatibilità .
Empirical Validation Loops	Applicazione di cicli iterativi di prototipazione rapida per validare empiricamente le ipotesi di progetto, trasformando i feedback clinici e tecnici in modifiche incrementali verificabili prima della produzione finale.
Visual Bridging	Trasformazione di dati complessi in artefatti visivi (storyboard, schemi), allineando la comprensione di figure tecniche e cliniche.

Tabella 6.
Adattamento interdisci-
plinare del framework
Heart.

HEART (LEARNING TO ACT WITH INTEGRITY)	
SKILL/COMPETENZA INTERDISCIPLINARE	ADATTAMENTO INTERDISCIPLINARE
Operational Empathy	Estensione dell' approccio empatico dal paziente all'operatore sanitario, intercettando lo stress procedurale per ottimizzare l'intero flusso di lavoro clinico.
Horizontal Facilitation	Orchestrazione del dialogo tra discipline diverse per integrare conoscenze eterogenee , trasformando il contributo frammentato dei singoli specialisti in una strategia progettuale unitaria .
Methodological Anchoring	Mantenimento di una direzione progettuale stabile per gestire l'incertezza intrinseca della ricerca scientifica, fornendo una struttura metodologica al team.

Nel laboratorio, il pensiero strategico (*Head*) assume una connotazione fortemente relazionale e linguistica. Il designer non è colui che impone una visione, ma colui che abilita il dialogo e la comprensione.

- Il pensiero critico evolve in **Systemic Mediation**: la capacità di individuare percorsi progettuali in grado di soddisfare simultaneamente i need clinici, i vincoli normativi e la fattibilità tecnica, mediando tra requisiti spesso conflittuali.
- Il *problem solving* tradizionale diventa **Translational Reframing**, competenza che permette al designer di tradurre problematiche mediche astratte in specifiche ingegneristiche precise, riformulando la domanda affinché diventi una sfida tecnica risolvibile dal team.
- La capacità di apprendimento continuo si traduce in **Interdisciplinary Fluency**: l'abilità di assimilare rapidamente lessici specifici (anatomico, legale, tecnico) per abbattere le barriere linguistiche e abilitare un dialogo alla pari con gli specialisti (Watkins et al., 2021) [12].

La competenza tecnica (*Hand*) nel settore medico si focalizza sulla performance, sulla sicurezza e sulla concretezza.

- La conoscenza materica si trasforma in **Bio-Material Compliance**: la capacità di selezionare e validare materiali e processi capaci di garantire contemporaneamente la stampabilità e la sicurezza d'uso o biocompatibilità.
- La visualizzazione diventa **Visual Bridging**: la trasformazione di dati complessi in artefatti visivi (storyboard, schemi) per allineare la comprensione di figure tecniche e cliniche, trasformando il dato astratto in oggetto di discussione tangibile (Güney, 2019) [13].
- Infine, la prototipazione evolve in **Empirical Validation Loops**: l'applicazione di cicli iterativi di prototipazione rapida per validare empiricamente le ipotesi di progetto, trasformando i feedback clinici e tecnici in modifiche incrementali verificabili prima della produzione finale.

L'empatia (*Heart*) esce dalla sola sfera del rapporto designer-utente finale per abbracciare l'intero ecosistema organizzativo e la postura etica del professionista.

- L'approccio *User-Centered* si espande in **Operational Empathy**: la capacità di estendere l'approccio empatico dal paziente all'operatore sanitario, intercettando lo stress procedurale per ottimizzare l'intero flusso di lavoro clinico.
- La collaborazione diventa **Horizontal Facilitation**: il designer agisce come "collante", orchestrando il dialogo tra discipline diverse per integrare conoscenze eterogenee e trasformare il contributo frammentato dei singoli specialisti in una strategia progettuale unitaria.
- L'integrità professionale si manifesta come **Methodological Anchoring**: il designer fornisce stabilità al team mantenendo una direzione progettuale stabile e fornendo una struttura metodologica chiara per gestire l'incertezza intrinseca della ricerca scientifica.

3.4 Strumenti metodologici a supporto delle competenze

La definizione del profilo professionale, per quanto accurata, risulterebbe incompleta se non supportata da un adeguato apparato strumentale. Se il paragrafo precedente ha definito il "cosa" (le competenze necessarie), è fondamentale indagare anche il "come" queste possano essere acquisite ed esercitate efficacemente.

Per questo motivo, parallelamente alla mappatura delle *skills*, è stata condotta una ricerca bibliografica mirata a individuare le **metodologie didattiche e operative** più idonee per la formazione del designer in contesti complessi. L'indagine ha permesso di selezionare e sistematizzare una serie di approcci eterogenei, classificandoli in quattro macro-aree funzionali: *Learning Methods*, *Project Methods*, *Visual Communication* e *Context Understanding*.

Questa integrazione, sintetizzata nelle Tabelle 7-10, nasce con l'obiettivo di potenziare la proposta della tesi: non limitarsi a indicare quali abilità il designer debba possedere, ma fornire un ventaglio di metodi concreti indispensabili per apprendere e padroneggiarle.

Tabella 7.
Strumenti metodologici di apprendimento scolastici.

LEARNING METHODS		
RIFERIMENTI	METODOLOGIA	ANALISI
Watkins et al. [12]	Digital & Flipped Learning	L'uso di risorse digitali (video, dati) fuori dall'aula permette di dedicare il tempo in presenza al confronto critico, favorendo l'indagine indipendente.
Watkins et al. [12]	Case Studies Analysis	Apprendimento induttivo tramite l' analisi di casi industriali reali . Serve a comprendere come le strategie teoriche sono state implementate con successo (o fallimento) nel mercato reale.
McLain (2021) [11]	Project-Based Learning	Definito la "Struttura Profonda" della formazione. Si basa sull' apprendimento attraverso problemi aperti e brief reali, costringendo lo studente a gestire l'incertezza e sviluppare resilienza invece di applicare ricette standard.

Tabella 8.
Strumenti metodologici di apprendimento tramite progetti.

PROJECT METHODS		
RIFERIMENTI	METODOLOGIA	ANALISI
Watkins et al. [12]	Simulation, Prototyping & FMEA	Sviluppo tangibile delle soluzioni (<i>Making</i>). Include la validazione tecnica tramite modellazione 3D e l'uso di metodi ingegneristici come la FMEA per prevedere i guasti e analizzare la sicurezza del prodotto prima della produzione.
McLain [11]	The Design Crit (Critique)	Metodo di revisione iterativa del progetto. Si passa dalla revisione formale al " <i>Desk Crit</i> " (revisione al tavolo): un dialogo continuo e immediato tra progettista ed esperto per co-risolvere i problemi in tempo reale.

Tabella 9.
Strumenti metodologici di visualizzazione dei dati.

VISUAL COMMUNICATION & DATA VISUALIZATION		
RIFERIMENTI	METODOLOGIA	ANALISI
Güney [13]	Visual Literacy & Communication	Capacità di interpretare e creare messaggi visivi complessi. Integra il <i>Visual Thinking</i> con la comunicazione per tradurre idee astratte in formati visibili e trasmissibili ad altri.
Güney [13]	Data & Scientific Visualization	L'uso di rappresentazioni grafiche per rendere comprensibili fenomeni invisibili (es. processi microscopici) o set di dati complessi. Permette di individuare <i>pattern</i> e <i>trend</i> che rimarrebbero nascosti nei dati puramente testuali.
Güney [13]	Cognitive Load Management	Progettazione di interfacce e visualizzazioni che rispettano l'architettura cognitiva umana (e la memoria di lavoro limitata). Il designer struttura l'informazione per ridurre il carico cognitivo e facilitare l'apprendimento di concetti tecnici.
Güney [13]	Mental Modeling & Spatial Skills	Abilità di trasformare mentalmente oggetti 2D in 3D (e viceversa) e di creare modelli mentali per risolvere problemi spaziali. Essenziale per " manipolare " visualizzazioni complesse in ambienti scientifici o ingegneristici.
Sevaldson [15]	GIGA-Mapping	Tecnica di mappatura visiva estensiva utilizzata per gestire " <i>Wicked Problems</i> " e sistemi complessi.

Tabella 10.
Strumenti metodologici di
comprensione del conte-
sto.

CONTEXT UNDERSTANDING & USER FLOWS		
RIFERIMENTI	METODOLOGIA	ANALISI
<i>Al et al. [16]</i>	Customer Journey Map & Experience Analysis	Strumento visivo strutturato a matrice per analizzare il flusso comportamentale dell'utente , le emozioni e i <i>"pain points"</i> in ogni fase del percorso. Permette di identificare i punti di contatto (<i>touchpoints</i>) critici e le opportunità di miglioramento del servizio o prodotto.
<i>Al et al. [16]</i>	Real-life Scenario & Field Research	Comprensione profonda del contesto tramite l'osservazione diretta dei comportamenti degli utenti in ambienti reali (es. comunità residenziali). L'analisi si basa su dati autentici raccolti sul campo per definire scenari d'uso verosimili e requisiti utente concreti, superando la sola teoria.
<i>Al et al. [16]</i>	Requirement Analysis (M-S-C-W & KANO)	Metodologie per la definizione e la prioritizzazione dei requisiti di progetto (<i>Must-have, Should-have, could-have, e won't-have</i>) basate sull'analisi dei bisogni dell'utente. Serve a strutturare il <i>workflow</i> distinguendo tra funzionalità essenziali e desiderabili.
<i>Endmann & Keßner [18]</i>	User Journey Mapping	Metodo visuale per mappare processi utente complessi, identificando <i>trigger</i> , obiettivi e sequenze di attività lungo una linea temporale. Questo metodo analizza l'esperienza vissuta , evidenziando <i>gains</i> e <i>pains</i> (punti critici) per individuare le aree esatte dove è necessaria ulteriore ricerca utente (<i>User Research</i>).

Per completare il quadro offerto dalle tabelle, è utile spiegare come questi metodi lavorino insieme per aiutare il designer a **governare la complessità**. Non sono semplici strumenti slegati tra loro, ma risorse che agiscono su quattro livelli principali:

● **LEARNING METHODS**

in contesti innovativi non si può imparare passivamente. Il *Project-Based Learning* [11] è fondamentale perché insegna a gestire l'incertezza invece di cercare subito l'unica "soluzione giusta". Allo stesso tempo, l'uso di *Case Studies* e risorse digitali aiuta il designer a **formarsi in autonomia**, una capacità indispensabile in settori tecnici che cambiano velocemente e dove spesso mancano manuali aggiornati.

● **VISUAL COMMUNICATION**

È importante per il designer rendere comprensibili i dati. La visualizzazione scientifica e il *GIGA-Mapping* [15] servono a far emergere collegamenti che altrimenti resterebbero nascosti. Attraverso modelli visivi chiari (*Mental Modeling*), il progettista aiuta medici e tecnici a **visualizzare la complessità del sistema** e, quindi, a gestirla meglio.

● **PROJECT METHODS**

nei sistemi complessi bisogna prevenire gli errori. Qui il "fare" pratico serve a **verificare le idee**. Unire metodi ingegneristici alla prototipazione rapida permette di individuare i rischi prima ancora di produrre l'oggetto [12]. Inoltre, il *Design Critique* cambia il modo di revisionare il progetto: non è più un giudizio formale, ma un dialogo in cui il team risolve i problemi insieme in tempo reale [11].

● **CONTEXT UNDERSTANDING**

l'empatia da sola non è sufficiente, è necessario integrarla al metodo. I bisogni degli utenti non vanno solo intuiti, ma analizzati con precisione. Strumenti come le *Customer Journey Maps* e le matrici di priorità (*MSCW & KANO*) trasformano le osservazioni in **obiettivi di progetto chiari** [16]. Questo garantisce che le decisioni si basino su comportamenti reali e non su semplici ipotesi, individuando esattamente dove si bloccano i flussi di lavoro (*pain points*).

APPLICAZIONE E VALIDAZIONE DEL MODELLO: ANALISI DEI CASI STUDIO

CAPITOLO 4

A seguito della definizione del *framework* delle competenze situate, nel presente capitolo si propone di verificare la **validità del modello** attraverso l'analisi di tre casi studio sviluppati durante l'esperienza di tirocinio.

La selezione di questi specifici progetti non è casuale: essi sono stati scelti perché, nella loro diversità, coprono l'**intero spettro delle competenze** identificate (dalla gestione materica alla mediazione sistemica), permettendo di osservare come le *skill* situate messe in atto dal designer differiscano a seconda dell'esigenza.

Nello specifico, i tre casi studio riguardano:

- **ABS RICICLATO**
la validazione di un **processo di trasformazione** di polimeri riciclati per renderli idonei alla produzione di dispositivi medici stampati in 3D e sterilizzabili.
- **LITOTRISSIA LASER**
l'analisi delle criticità in sala operatoria e la **proposta di soluzioni** per migliorare la chirurgia urologica.
- **NOESIS**
la progettazione di un **artefatto comunicativo** per rendere la *Quality Policy* del laboratorio immediatamente comprensibile e condivisibile da tutto il team.

Per garantire rigore metodologico e facilitare il confronto trasversale tra esperienze così eterogenee, l'analisi di ogni caso studio è stata strutturata seguendo un **protocollo espositivo standardizzato**.

Ogni sezione si articola in **blocchi tematici sequenziali** che esplorano nel dettaglio l'inquadramento del progetto, la mappatura dell'ecosistema degli attori, l'evoluzione del processo interdisciplinare e le competenze specifiche messe in campo.

A sintesi del percorso analitico, ogni caso studio è corredato da una **Scheda Sintetica** visuale: tale scheda funge da "carta d'identità" conclusiva del progetto, riassumendo in un unico colpo d'occhio le coordinate essenziali e visualizzando, tramite grafico radar, il profilo delle competenze attivate.

La scheda è organizzata strutturalmente in quattro quadranti, ognuno deputato a restituire una specifica dimensione del lavoro svolto:

Il **primo quadrante** racchiude sinteticamente tutte le informazioni principali e i dati anagrafici che definiscono il perimetro del progetto.

Il **secondo quadrante** ripropone il modello di mappatura degli attori introdotto nel capitolo 2. La visualizzazione segue una logica binaria: le icone rappresentative delle categorie degli attori appaiono "accese" (evidenziate cromaticamente) solo se quella specifica figura è effettivamente parte del progetto, rimanendo altrimenti "spente" per segnalare l'assenza.

Il **terzo quadrante** è occupato da un *Gantt chart* essenziale, utile a ripercorrere lo scorrere temporale e la sequenzialità delle fasi di processo.

4.1 ABS riciclato per dispositivi medici

Infine, nel **quarto quadrante** è stato utilizzato lo strumento del *Radar Chart*, per tracciare un profilo di competenze trasversale, applicando un criterio di valutazione quantitativo (su scala da 1 a 5) a due dimensioni temporali distinte:

- **STATO ATTUALE**

il punteggio riflette l'intensità con cui quella specifica competenza è stata effettivamente utilizzata fino allo **stato attuale** di avanzamento del progetto.

- **IN PROSPETTIVA**

il punteggio proietta la **necessità futura** della competenza, basandosi sulla prevedibile evoluzione del progetto e sulle complessità che dovranno essere affrontate nelle fasi successive.

La lettura differenziale di questi due valori è fondamentale: qualora non vi sia scostamento tra "Stato attuale" e "In Prospettiva", significa che la competenza ha già raggiunto il suo picco di utilizzo necessario. Al contrario, un *gap* significativo indica che la competenza, pur essendo stata impiegata solo parzialmente nella fase preliminare, diventerà cruciale per portare a termine il progetto, segnalando un'area di sviluppo strategico.

4.1.1 Descrizione e analisi del progetto

Il primo caso studio analizzato riguarda un progetto di Ricerca Sperimentale sulla sostenibilità, nato da una **collaborazione industriale** con un'azienda chimica per testare l'allungamento della vita del loro ABS riciclato, già impiegato in ambiti *RAEE* e *automotive*. L'obiettivo è la **valorizzazione** di tali scarti per **produrre dispositivi medici sterilizzabili**.

La ricerca preliminare ha valutato la fattibilità tecnica e **normativa** della trasformazione dell'ABS in filamento per stampa 3D tramite un confronto rigoroso delle prestazioni meccaniche e chimiche tra il riciclato e un ABS vergine certificato medicale, al fine di validare l'ipotesi di riutilizzo in un contesto critico come quello sanitario.

4.1.2 L'ecosistema degli attori e le tempistiche

In riferimento al modello a 4 Quadranti (Figura 1), il progetto ha richiesto la collaborazione sinergica di tre **attori principali**:

- **DESIGNER (TIROCINANTE)**
parte del quadrante "Designer e Ricercatori", ha assunto il ruolo di **responsabile operativo** della fase sperimentale. Si è occupato della gestione dell'intero ciclo di trasformazione del materiale, dell'esecuzione dei test meccanici e della redazione della documentazione tecnica.
- **AZIENDA PARTNER**
attore del quadrante "Partner Esterni e Stakeholder". Ha fornito la materia prima (pellet) e le specifiche tecniche, mossa dall'**obiettivo industriale** di validare il riutilizzo dei propri scarti per applicazioni ad alto valore aggiunto.
- **ESPERTO DEL LAB**
figura del quadrante "Staff Tecnico e Management". Ha svolto il ruolo di **supervisore strategico**, definendo i protocolli di test e garantendo la correttezza metodologica e la conformità agli standard normativi ISO [14].

Il **ciclo sperimentale** si è articolato in fasi sequenziali di analisi e test pratici, richiedendo un monitoraggio costante dei parametri di processo dalla ricezione dei materiali fino alla produzione dei datasheet comparativi.

Attualmente, il progetto prevede una seconda fase evolutiva dedicata ai test biologici di citotossicità e sterilizzazione.

4.1.3 Sviluppo dell'interdisciplinarietà e ruolo del designer

L'**interdisciplinarietà** in questo progetto si è concretizzata nella convergenza tra chimica dei materiali, normativa medica e design manufacturing, sviluppandosi attraverso quattro step operativi:

- **ANALISI NORMATIVA E CHIMICA**
creazione di un **database** per incrociare le sostanze dichiarate dall'azienda con i vincoli restrittivi della normativa ISO per dispositivi medici.
- **TRASFORMAZIONE MATERICA**
il designer ha operato direttamente sull'estrusore per **trasformare i pellet industriali in filamento** (Figura 7), calibrando temperature e velocità per ottenere un diametro costante (1.75mm) idoneo alla stampa (Figura 8).
- **TEST STANDARDIZZATI**
stampa di provini "dog-bone" (secondo normativa ISO 527) [19] e cubi di calibrazione per ottenere **dati oggettivi** su resistenza a trazione e stabilità dimensionale (Figure 9-10), integrando la realizzazione di un **prototipo reale** (guida di perforazione) (Figura 11) per verificare la precisione geometrica in un ipotetico scenario d'uso chirurgico.
- **DATA-SHEET REPORTING**
redazione di un data-sheet tecnico conclusivo che include un **reportage completo** dei parametri di estrusione e stampa degli ABS ricevuti, comprensivo di tutte le misurazioni dimensionali rilevate sui campioni stampati.



Figura 7.
Fase di trasformazione dei pellet in filamento tramite estrusione



Figura 8.
Bobina di filamento in ABS ottenuta tramite processo di estrusione

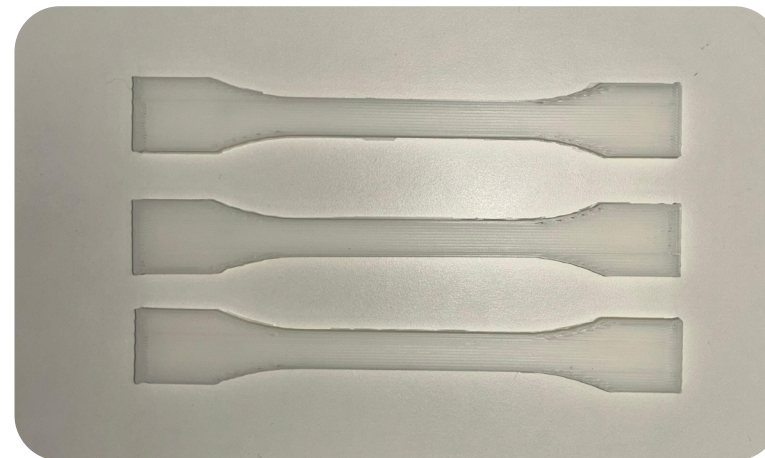


Figura 9.
Stampa 3D di provini per prove di trazione

Figura 10.
Stampa 3D di un cubo solido per i test di stabilità dimensionale

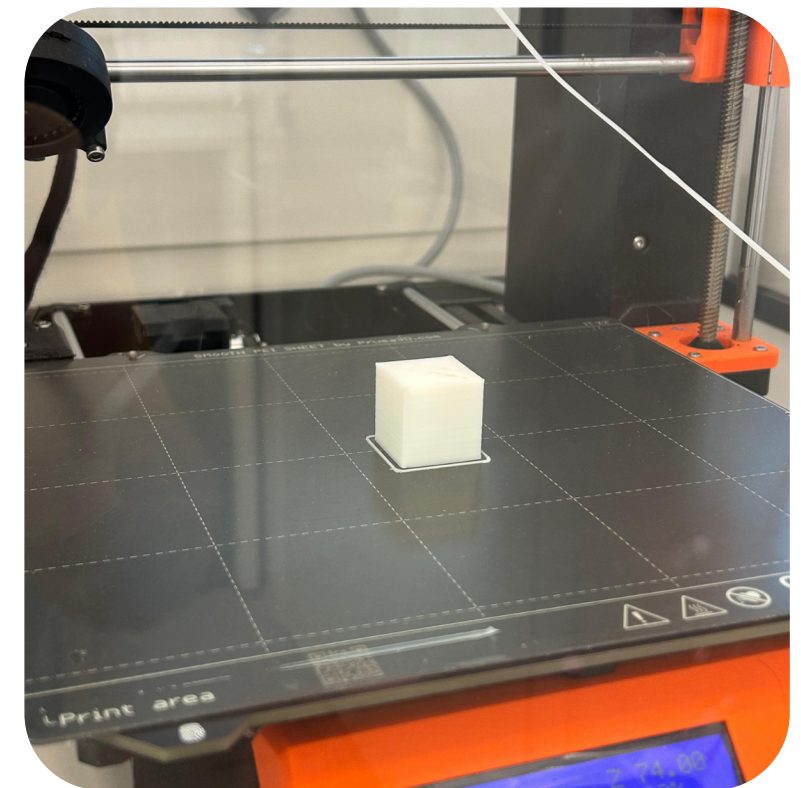


Figura 11.
Stampa 3D di provini per prove di trazione

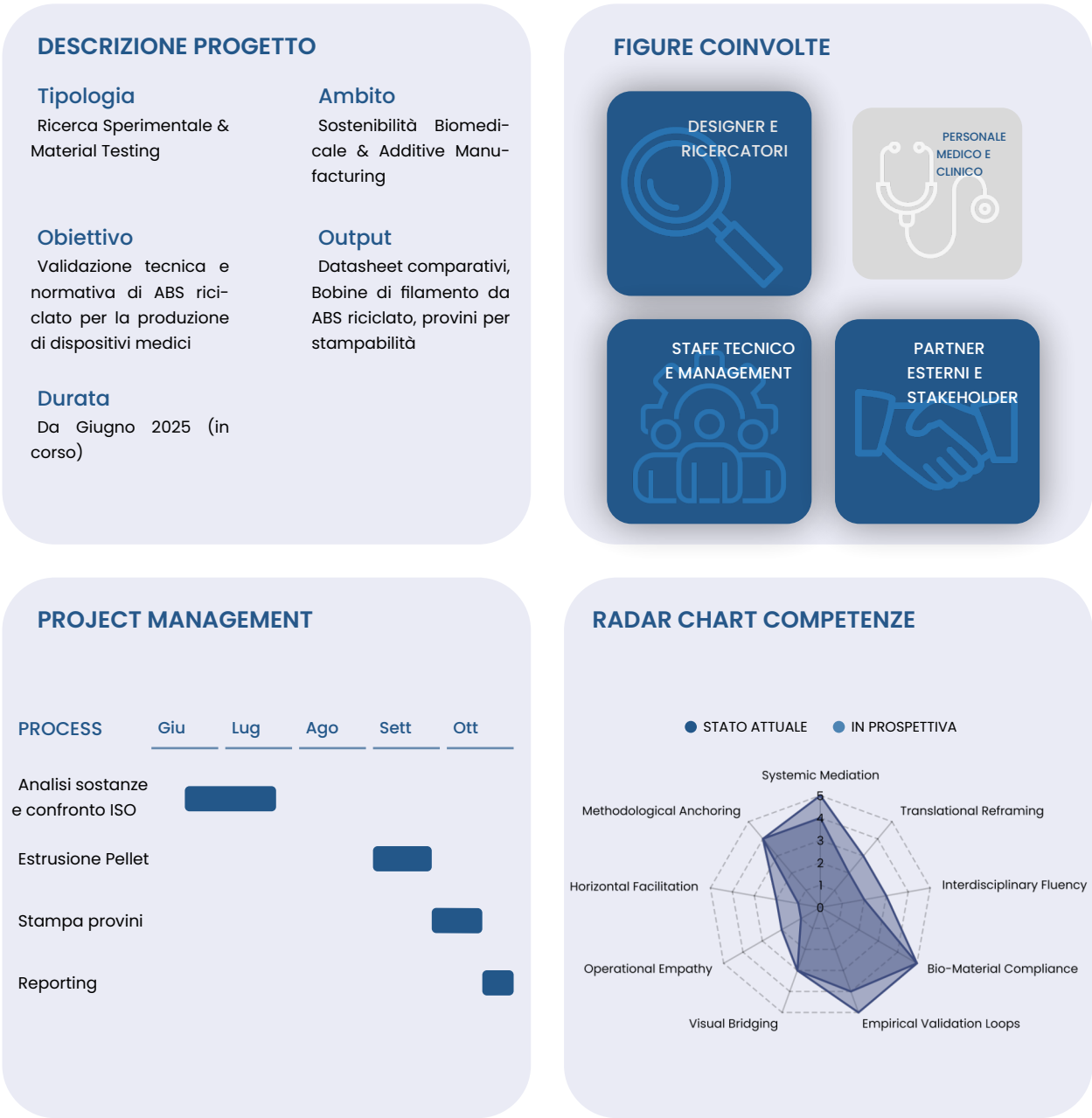
Il **ruolo attuale** del designer ha assunto una postura fortemente pratica (*Hand*), operando sui macchinari e gestendo la variabilità del materiale per produrre dati tecnici affidabili. In ottica **potenziale**, l'espansione del ruolo riguarderà la gestione della validazione biologica, dove il designer potrà agire da ponte tra i risultati meccanici e i requisiti di sicurezza (citotossicità), progettando protocolli di test che simulino cicli reali di sterilizzazione.

4.1.4 Analisi delle competenze e leve strategiche

In questo progetto, il focus dell'attività non è stata la definizione di un prodotto finito, ma la verifica della stampabilità del materiale e la validazione del processo. Questo ha richiesto una forte **integrazione** tra **competenze tecniche rigorose** e **capacità di mediazione informativa**. Osservando il *Radar Chart* (si veda la scheda di sintesi in Figura 12 al termine del paragrafo), si nota come il profilo delle competenze attivate sia fortemente caratterizzato da un assetto tecnico-operativo. La **competenza prevalente** è la **Bio-Material Compliance** (punteggio 5), un dato che conferma come la priorità assoluta in questa fase sia stata garantire che il materiale riciclato rispettasse i requisiti di sicurezza e stampabilità necessari per l'ambiente ospedaliero.

Accanto a questa, emerge con altrettanta forza l'importanza degli **Empirical Validation Loops**. L'intero svolgimento del progetto, e in particolare la delicata fase di trasformazione tramite estrusione e i successivi test di stampa, ha richiesto cicli iterativi continui di prove e verifiche per ottimizzare i parametri di processo.

Infine, un ruolo cruciale è stato svolto dal **Visual Bridging**. Questa competenza è stata fondamentale per trovare la modalità più adeguata e tecnica possibile per comunicare i risultati raggiunti dalla ricerca e monitorare l'avanzamento operativo, trasformando dati grezzi in informazioni visuali chiare per il team e i partner.



4.2 Litotripsia laser: un progetto metodologico di co-design

4.2.1 Descrizione e analisi del progetto

Il secondo caso studio analizzato si configura come un **progetto di Ricerca Esplorativa** volto a innovare le procedure di "Litotripsia laser", la tecnica chirurgica standard per la rimozione dei calcoli renali.

L'obiettivo primario del progetto è stato ideare soluzioni efficaci per il **contenimento dei frammenti di calcolo** che, durante la fase di frantumazione laser, tendono inevitabilmente a disperdersi nelle cavità renali.

Questa dispersione rende le successive manovre di recupero (*basketing*) laboriose, prolungando i tempi operatori e aumentando il rischio di residui post-intervento.

4.2.2 L'ecosistema degli attori e le tempistiche

In coerenza con il modello a 4 Quadranti descritto nel Capitolo 2, il progetto ha visto la collaborazione attiva di diverse figure, ciascuna portatrice di un ruolo specifico nell'economia del lavoro:

- **DESIGNER (TIROCINANTE)**
appartenente al quadrante "Designer e Ricercatori", ha agito come **motore operativo del team**, mettendo a disposizione competenze metodologiche per l'analisi e l'ideazione al fine di trasformare intuizioni astratte in risultati concreti.
- **MEDICO SPECIALIZZANDO (IRCCS HUMANITAS)**
rappresentante del quadrante "Personale Medico e Clinico". È stato il **portatore del "bisogno clinico"** (*need*), figura essenziale per innescare il processo e validare le soluzioni finali.
- **RESPONSABILE DEL LAB**
figura apicale del quadrante "Staff Tecnico e *Management*", ha garantito la **continuità strategica** e la visione a lungo termine, supervisionando la fattibilità tecnica nei momenti decisionali chiave.
- **ESPERTA DEL LAB**
membro strutturato del quadrante "Staff Tecnico e *Management*". Ha assicurato la **continuità operativa**, gestendo la traduzione della richiesta medica in requisiti tecnici e supportando il motore progettuale.

Il processo si è svolto con **tempistiche** estremamente **rapide**: dal primo incontro di definizione del need clinico alla revisione collettiva sono trascorse solo poche settimane. Attualmente, il progetto si trova in una fase di *stand-by* concordata, seguendo i tempi della ricerca clinica dello specializzando, con il laboratorio che rimane una risorsa attiva a supporto degli sviluppi futuri.

4.2.3 Sviluppo dell'interdisciplinarietà e ruolo del designer

L'interdisciplinarietà in questo progetto non si è manifestata come un semplice scambio di dati, bensì come un processo di allineamento progressivo strutturato in quattro fasi distinte:

- **INPUT CLINICO**
il medico ha esposto le criticità riscontrate "sul campo" (frammenti dispersi, difficoltà di *basketing*), fornendo il **quadro del problema reale**.
- **STUDIO DEL CONTESTO**
il designer ha condotto uno studio approfondito della letteratura scientifica e delle tecniche chirurgiche. Questo passaggio è stato fondamentale per **acquisire il linguaggio specifico** e **comprendere i vincoli anatomici**, colmando il *gap* di conoscenza tecnica.
- **TRADUZIONE VISIVA**
il designer ha elaborato una presentazione strutturata avvalendosi di *storyboard* e schemi visivi, con l'obiettivo di **"tradurre" le ipotesi tecniche** in un linguaggio immediatamente comprensibile per il personale medico (si vedano le Figure 13-17 al termine del sottoparagrafo).
- **CONFRONTO E CO-DESIGN**
attraverso incontri di revisione, il medico ha potuto **validare o scartare le ipotesi** basandosi sulla realtà operativa, trasformando il progetto in un lavoro a quattro mani.

In questo contesto, il **ruolo attuale** del designer è stato quello di regista del processo e traduttore. Non si è limitato a disegnare un oggetto, ma ha **strutturato le informazioni disponibili** e reso trasparenti le ipotesi di lavoro, operando da **connessione** tra un problema clinico inizialmente vago e una soluzione tecnica definita. In ottica **potenziale**, un ulteriore impiego della figura del designer potrebbe riguardare il passaggio dalla fase concettuale alla prototipazione fisica rapida, per testare la fattibilità meccanica dei dispositivi su modelli anatomici (*Phantom*), sfruttando le competenze *Hand* (*Bio-Material Compliance*) oltre a quelle *Head* (*Methodological Anchoring*).



Figura 13.
Slide ripresa dalla pre-
sensazione collettiva: sin-
tesi del contesto clinico



Figura 15.
Slide ripresa dalla
presenzazione collet-
tiva: storyboard del
concept "Idrogel"

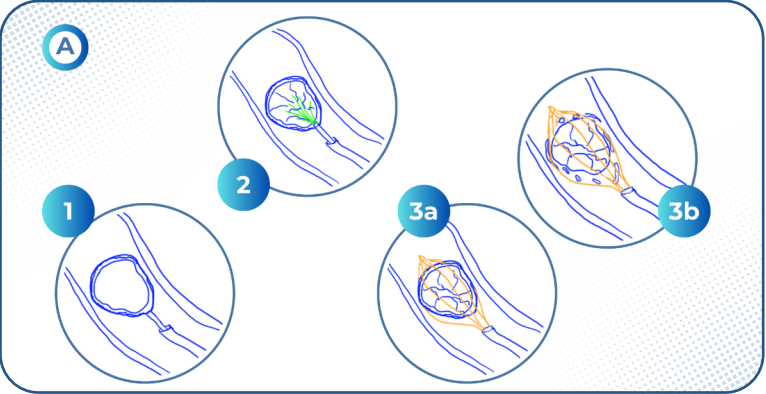


Figura 14.
Slide ripresa dalla
presenzazione col-
lettiva: proposta
"Idrogel"



Figura 17.
Slide ripresa dalla
presenzazione collet-
tiva: storyboard del
concept "Stent"

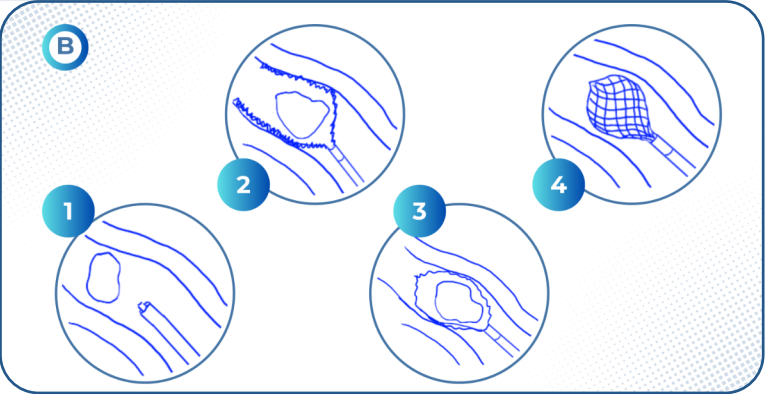


Figura 16.
Slide ripresa dalla
presenzazione collet-
tiva: proposta "Stent"

4.2.4 Analisi delle competenze e leve strategiche

L'analisi delle competenze, sintetizzata nel *Radar Chart* (si veda la scheda di sintesi in Figura 18 al termine del paragrafo), mostra dei risultati marcatamente diversi rispetto al caso precedente e fortemente caratterizzati dalle dimensioni *Head* e *Heart*.

Allo stato attuale, la competenza dominante è la **Horizontal Facilitation**, supportata da un buon livello di **Visual Bridging**. Il grafico evidenzia come il designer abbia agito principalmente come **facilitatore del dialogo** con il medico, utilizzando la visualizzazione (*storyboard*) per colmare il divario comunicativo.

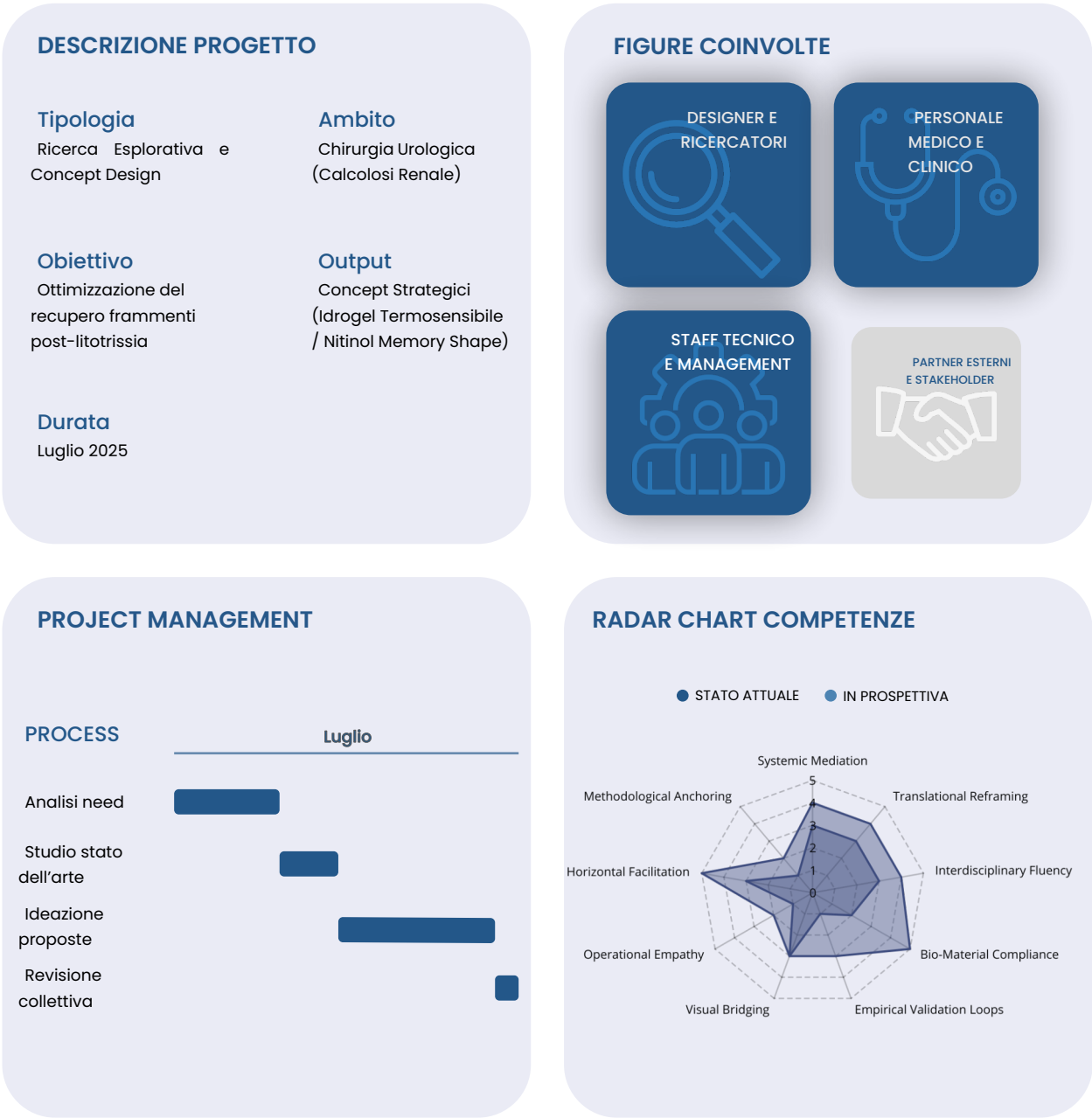
Il dato più rilevante emerge dal confronto con l'area "In Prospettiva". Si osserva un divario intenzionale nelle competenze tecniche: la **Bio-Material Compliance** e gli **Empirical Validation Loops** registrano allo stato attuale valori minimi.

Tale assenza non indica una lacuna operativa, bensì una **sospensione strategica** del vincolo ingegneristico. Nella fase di *Concept Design*, il designer ha dovuto deliberatamente allentare il rigore tecnico per favorire un'**esplorazione laterale e creativa**, non limitata dai vincoli di fattibilità immediata.

Tuttavia, la proiezione futura evidenzia come l'evoluzione del progetto richiederà una **drastica riconfigurazione del ruolo**: per trasformare questi concept in dispositivi medici reali, il designer dovrà necessariamente saturare l'area delle competenze tecniche, passando dalla visualizzazione di scenari alla validazione prestazionale rigorosa.

Il progetto ha inoltre messo in luce le **barriere** e le **leve** tipiche del lavoro interdisciplinare. Tra le difficoltà, sono emerse l'**ambiguità iniziale** del problema (descritto in modo orale e generico), la **distanza dei linguaggi** tra mondo medico e progettuale, e la **presenza di vincoli anatomici nascosti** emersi solo durante il confronto diretto. Tuttavia, queste barriere sono state superate grazie a specifiche **leve metodologiche**:

- **VISUALIZZAZIONE COME LINGUAGGIO COMUNE**
l'uso di **immagini** è stato determinante per **abbattere le barriere linguistiche** e verificare la comprensione reciproca.
- **STRUTTURAZIONE DEL PROCESSO**
trasformare una discussione informale in una "Presentazione Strutturata" ha costretto il team a mettere ordine nel caos informativo.
- **DICHIARAZIONE DEI DUBBI**
presentare esplicitamente **limiti e domande aperte** ha permesso al medico di intervenire con precisione chirurgica esattamente dove serviva, rendendo la collaborazione efficace ed efficiente.



4.3 Noesis: un oggetto simbolico per la Quality Policy

4.3.1 Descrizione e analisi del progetto

Il terzo caso studio riguarda la progettazione di **Noesis**, un oggetto simbolico concepito per rappresentare la **Quality Policy** del laboratorio nel percorso di certificazione ISO per dispositivi medici *custom-made* [14]. L'**obiettivo** della ricerca è stato trasformare un requisito puramente burocratico in un *output* capace di comunicare l'**identità culturale**, i **valori condivisi** e il **senso di appartenenza** a tutto il team e ai visitatori esterni, superando l'invisibilità tipica della documentazione normativa.

4.3.2 L'ecosistema degli attori e le tempistiche

Il progetto ha visto il coinvolgimento di figure eterogenee, unite dalla necessità di definire una cultura comune:

- **DESIGNER**
appartenente al quadrante "Designer e Ricercatori", ha agito come **mediatore culturale**. Il suo compito è stato **tradurre valori astratti** in forme tangibili, definendo **rituali d'uso** per integrare la qualità nella quotidianità operativa.

- **CONSULENTE PER LA QUALITÀ (AUDITOR)**
figura del quadrante "Partner Esterni e *Stakeholder*". Ha fornito lo sguardo esterno necessario per identificare la criticità iniziale ("invisibilità della *Policy*") e ha **validato la conformità normativa** dell'output finale.
- **TEAM DEL 3D INNOVATION LAB**
collettivo che include lo "Staff Tecnico e *Management*". In qualità di utenti finali, hanno adottato l'oggetto come strumento di *routine*, trasformando una procedura formale in **pratica condivisa**.

Sviluppatosi durante i mesi di preparazione all'*audit* con la consulente esterna, il progetto è nato come risposta rapida a una criticità ed è evoluto nel tempo: da prototipo concettuale a **strumento di facilitazione** per i *meeting*, fino a diventare parte integrante dell'**identità visiva** del laboratorio (Figura 19).



Figura 19.
Prima versione del nuovo
logo del 3DLab

4.3.3 Sviluppo dell'interdisciplinarietà e ruolo del designer

L'interdisciplinarietà si è manifestata nella capacità di unire il **rigore normativo** con la **cultura del design**, attraverso un percorso in quattro fasi:

- **INPUT NORMATIVO**
recepimento della necessità di rendere la *Quality Policy* "**disponibile e comunicata**", come richiesto tassativamente dagli standard ISO.
- **DESIGN THINKING**
applicazione della tecnica "**What if?**" (Figura 20) per scardinare il paradigma che identifica la policy esclusivamente come un documento cartaceo.
- **SINTESI VALORIALE**
definizione di quattro **parole chiave** (PROTEGGI, PREVEDI, CRESCI, CONNETTI) capaci di unire la cura clinica alla precisione ingegneristica.
- **RITUALITÀ SOCIALE**
durante i *meeting* settimanali, l'artefatto è stato adottato come "**oggetto della parola**", ispirandosi esplicitamente alla metafora della conchiglia nel romanzo "Il Signore delle Mosche" [21].



Figura 20.
Slide ripresa dalla pre-
sentazione di proposta al
team: uso della tecnica
del "What if?"

La **risposta progettuale** è stata Noesis (dal greco νόησις, pensiero consapevole): una **sfera reticolare** stampata in 3D (Figura 21) supportata da una **base modulare**.

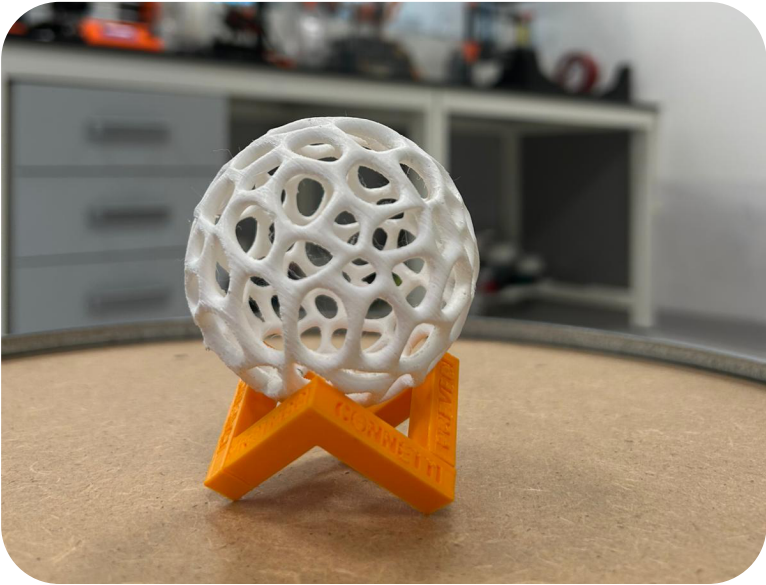


Figura 21.
Slide ripresa dalla pre-
sentazione di proposta al
team: stampa 3D
dell'artefatto.

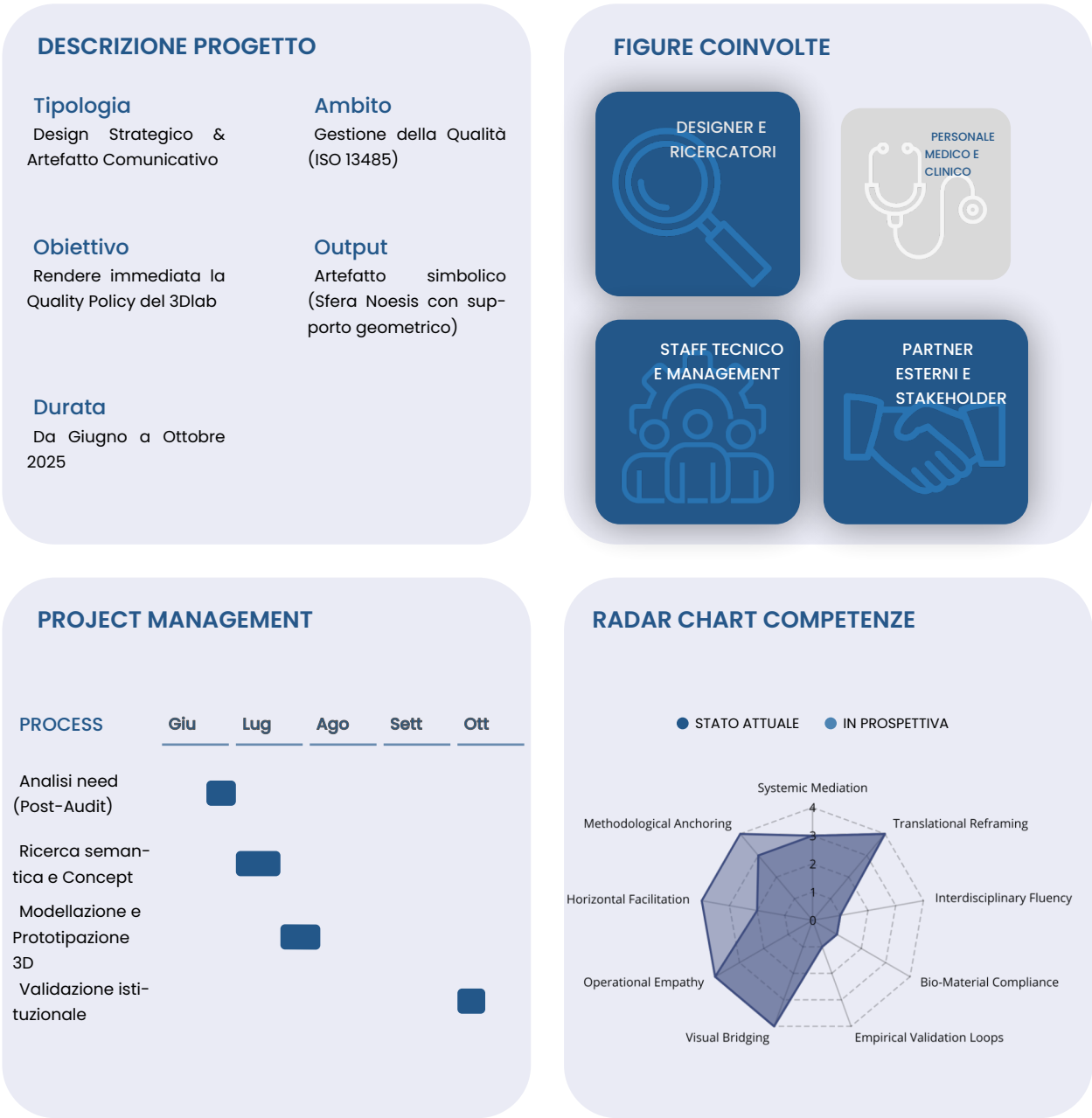
Il ruolo attuale del designer ha trasceso la definizione formale: ha **progettato un comportamento**. Lavorando sulla cultura organizzativa, ha reso "toccabile" un concetto astratto come la Qualità, facilitando l'adesione del team ai nuovi standard. In ottica potenziale, questo approccio potrebbe essere scalato per tangibilizzare altre procedure invisibili (es. protocolli etici o di sicurezza), trasformando la manualistica tecnica in oggetti interattivi che rafforzano la memoria procedurale attraverso l'esperienza fisica.

4.3.4 Analisi delle competenze e leve strategiche

L'analisi del *Radar Chart* (si veda la scheda di sintesi in Figura 22 al termine del paragrafo) rivela un profilo di competenze unico, che si discosta nettamente dagli altri casi studio per la sua **natura "umanistica"**. Le tre *skill* che registrano i punteggi più alti, raggiungendo il vertice della scala (5), sono il **Translational Reframing**, il **Visual Bridging** e l'**Operational Empathy**. Questo dato evidenzia come il cuore del progetto non fosse la risoluzione di un problema tecnico, ma la traduzione di un valore astratto (la qualità) in un'**esperienza condivisa** e la gestione delle dinamiche emotive del team.

È evidente, di riflesso, il forte squilibrio rispetto alle competenze più *hard*: **Empirical Validation Loops**, **Bio-Material Compliance** e **Interdisciplinary Fluency** registrano punteggi minimi. Tale divario non rappresenta una mancanza, ma è intrinseco alla natura stessa del progetto Noesis, dove non era richiesto un output tecnico, performante o specialistico, bensì l'attivazione di competenze empatiche e relazionali capaci di incidere sulla **cultura organizzativa**.

La **principale barriera** è stata l'invisibilità culturale della norma e la frammentazione cognitiva di un pubblico eterogeneo. Le **leve risolutive** sono state la "materializzazione dei valori", che ha convertito l'adesione intellettuale in esperienza tattile, e la "ritualizzazione dei Processi Sociali", che ha ridefinito le gerarchie del meeting migliorando l'ascolto attivo.



**DISCUSSIONE E LINEE
GUIDA: IL DESIGN
COME ABILITATORE DI
INTERDISCIPLINARITÀ**

CAPITOLO 5

5.1 Confronto sinottico dei casi studio: verso un profilo di competenze

L'analisi individuale dei tre progetti presentati nel capitolo precedente ha evidenziato come il designer, all'interno del 3D Innovation Lab, non adotti un comportamento standardizzato, ma riconfiguri il proprio assetto di competenze in **risposta** alla **specifica sfida progettuale**.

Al fine di sintetizzare l'*identikit* del designer biomedico, i dati riferiti alle competenze dei tre casi studio (ABS, Litotrissia, Noesis) sono stati aggregati in due grafici *Radar Chart* cumulati.

Essi non rappresentano una media matematica, bensì visualizzano il **punteggio massimo** raggiunto da ciascuna competenza trasversalmente ai progetti analizzati.

Questo metodo permette di delineare l'**intero perimetro** delle abilità richieste per operare con efficacia in un ecosistema complesso come un laboratorio biomedicale.

5.1.1 Le competenze più utilizzate allo stato attuale

Il primo grafico cumulato fotografa la situazione allo **stato attuale** di quali competenze siano state le più impiegate nell'eterogeneità dei progetti (Figura 23).

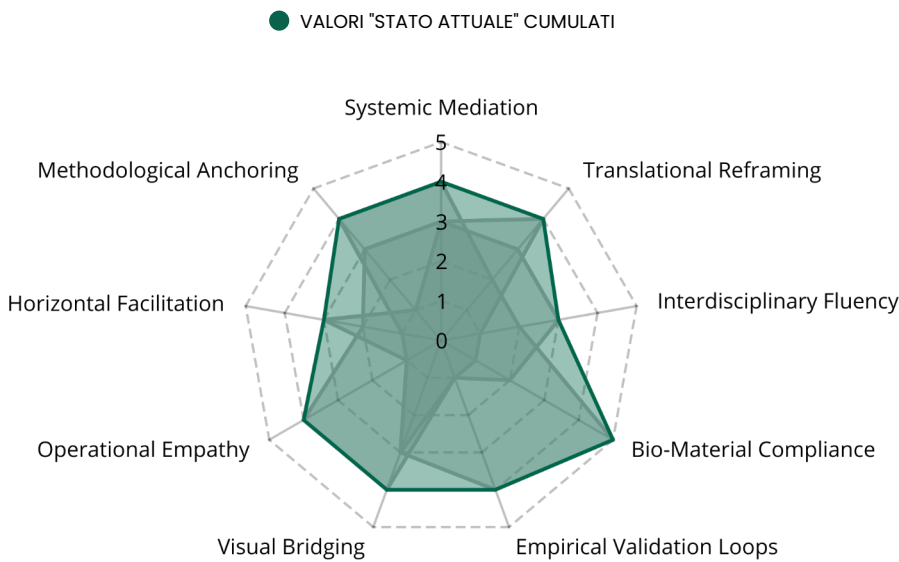


Figura 23.
Radar Chart cumulato delle competenze allo Stato attuale

Dall'analisi del grafico emerge come la **competenza predominante** sia la **Bio-Material Compliance**, che registra il punteggio maggiore. Questo dato è pienamente coerente con la natura operativa del *3D Innovation Lab*: per poter agire in un contesto ospedaliero, la priorità assoluta è garantire la fattibilità tecnica, la sicurezza e la correttezza materica delle soluzioni proposte. Tuttavia, il designer non si limita a un ruolo puramente tecnico. I dati evidenziano infatti un forte utilizzo di **competenze relazionali e traduttive**, nello specifico il **Visual**

Bridging, la **Systemic Mediation** e il **Translational Reframing**. Queste abilità si sono rivelate fondamentali per trasformare richieste astratte in concetti tangibili e per facilitare il dialogo tra interlocutori con background differenti. Senza questa capacità di mediazione visiva e sistemica, la sola competenza tecnica non sarebbe sufficiente a integrare il progetto nelle dinamiche complesse del laboratorio.

5.1.2 Le competenze necessarie in prospettiva futura

Il secondo grafico cumulato (Figura 24) rappresenta una **proiezione futura**, indicando quale grado di utilizzo è auspicabile che raggiungano le diverse competenze con l'avanzamento delle fasi progettuali.

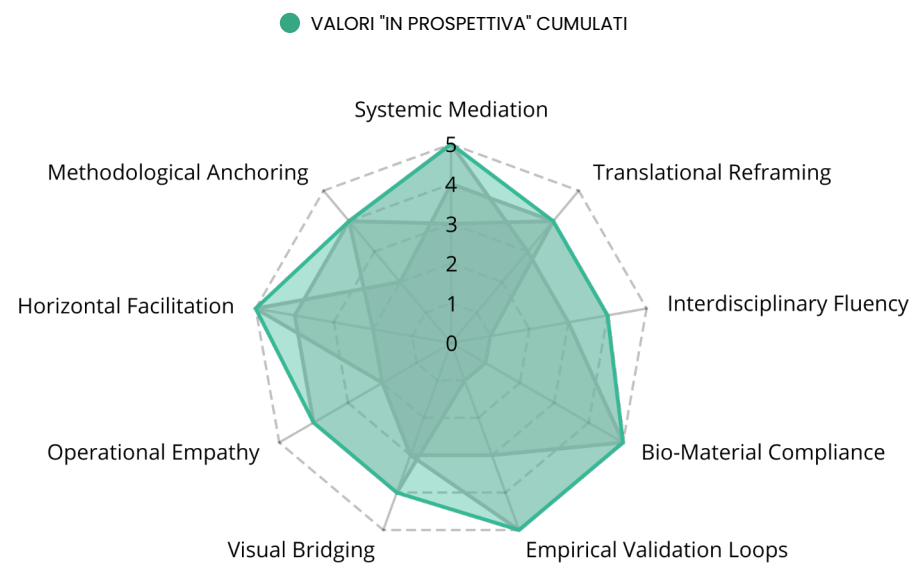


Figura 24. Radar Chart cumulato delle competenze in prospettiva futura

L'osservazione di questo grafico restituisce un dato impattante: l'area coperta dal radar tende alla **saturazione** , con quasi tutte le competenze che raggiungono i valori massimi (4 o 5).

È fondamentale interpretare correttamente questo dato. Non significa che il designer debba utilizzare contemporaneamente tutte le competenze al massimo livello in ogni istante della sua giornata lavorativa. Significa, piuttosto, che il **settore biomedicale non ammette lacune** .

L'elevato punteggio diffuso dimostra che, per operare in sistemi complessi, il designer **non può permettersi una specializzazione verticale** tipica di altri settori. I progetti evolvono e, con essi, mutano le necessità.

La "pienezza" del grafico prospettico è dunque la rappresentazione visiva della **versatilità**. Il designer efficace in questo contesto è colui che possiede un **profilo adattivo**, capace di attivare la competenza specifica richiesta dalla fase contingente.

La tesi che ne deriva è che in un laboratorio 3D ospedaliero la vera competenza "core" non è una singola *skill* tecnica, ma la **capacità metamorfica** di spostarsi fluidamente tra il rigore ingegneristico, la sensibilità clinica e la visione strategica a seconda della sfida che si ha di fronte.

5.2 Linee guida per la pratica progettuale nel biomedicale

Sulla base dell'esperienza maturata e in risposta alla necessità di **formare professionisti** pronti a operare in contesti ad alta complessità, si propongono di seguito alcune **linee di indirizzo strategiche**. Queste raccomandazioni mirano a orientare il designer che intende approcciare il settore biomedicale, definendo una postura professionale che integri **profondità analitica** e **padronanza tecnica**.

1. COSTRUIRE UNA REALE COMPETENZA INTERDISCIPLINARE ATTRAVERSO L'ANALISI DEL NEED CLINICO

Per operare con credibilità, il designer deve **colmare il divario conoscitivo** che lo separa dagli interlocutori specialistici, attivando processi di traduzione e riformulazione operativa (*Translational Reframing*) per trasformare la richiesta medica in specifiche progettuali. L'attività non può limitarsi alla ricezione acritica degli *input* iniziali; risulta invece imprescindibile condurre un'**indagine contestuale proattiva**, finalizzata alla ricostruzione e alla validazione dello scenario d'uso effettivo [12].

AZIONE METODOLOGICA

effettuare sempre una fase approfondita di *Problem Setting* prima del *Problem Solving*. È cruciale studiare la letteratura scientifica di riferimento e **dialogare con i clinici** per comprendere non solo a "cosa serve" (l'oggetto), ma "perché serve" e in quale specifica fase operatoria sarà utilizzato. Solo padroneggiando la procedura chirurgica e il vocabolario tecnico è possibile validare il bisogno reale e diventare un **interlocutore competente** per il personale medico.

2. COLTIVARE LA VERSATILITÀ STRUMENTALE E MATERICA

Il settore biomedicale è caratterizzato da una **rapida evoluzione tecnologica** che impone al designer una competenza tecnica dinamica, riconducibile all'area della *Bio-Material Compliance*. Oltre alla modellazione CAD tradizionale, è richiesta la capacità di **gestire l'intera filiera** che trasforma il **dato clinico** in **artefatto fisico**, dimostrando flessibilità nell'apprendimento di nuovi strumenti digitali e processi produttivi eterogenei.

AZIONE METODOLOGICA

è richiesta una plasticità operativa e una "**cassetta degli attrezzi**" dinamica, essenziali per padroneggiare **software specifici** (dalla segmentazione anatomica alla gestione avanzata di mesh) e di acquisire una profonda conoscenza dei **materiali**, dai polimeri tecnici ai siliconi. Il progettista deve saper adattare il workflow alla specifica applicazione clinica senza imporre soluzioni tecniche a priori.

3. UTILIZZARE IL "VISUAL BRIDGING" COME STRUMENTO DI VALIDAZIONE SCIENTIFICA

In contesti caratterizzati da elevata specializzazione, il linguaggio verbale può generare disallineamenti interpretativi. Il designer deve utilizzare la **visualizzazione** non come strumento estetico, ma **come dispositivo di verifica** della comprensione reciproca (boundary objects) [22].

AZIONE METODOLOGICA

evitare la presentazione di concept esclusivamente astratti. Utilizzare storyboard e prototipi fisici (low-fidelity prototypes)[12] fin dalle fasi preliminari per costringere medici e ingegneri a confrontarsi su dati oggettivi, facendo emergere **criticità latenti**.

5.3 Limiti della ricerca di tesi

4. ADOTTARE UNA POSTURA FLESSIBILE E FACILITANTE

La saturazione del grafico delle competenze prospettiche dimostra che **non esiste un'unica modalità** di fare design in ambito biomedicale. Il designer deve possedere l'agilità mentale per passare dal rigore analitico richiesto nelle fasi di validazione, alla sensibilità relazionale (*Horizontal Facilitation*) necessaria per gestire le dinamiche del team [20] e con tutte le figure con le quali ci si interfaccia.

AZIONE METODOLOGICA

mappare all'inizio di ogni progetto quali sono le **competenze critiche** richieste dal contesto specifico (*need*) e adattare il proprio approccio di conseguenza, evitando l'applicazione rigida di processi standardizzati a problemi di natura eterogenea. Il designer deve **agire** consapevolmente come **facilitatore**, riconoscendo quando è il momento di guidare tecnicamente il processo e quando invece è necessario porsi a supporto di esso.

Sebbene i risultati emersi offrano una prospettiva rilevante sul ruolo del designer in ambito biomedicale, è doveroso delineare i limiti metodologici e contestuali che circoscrivono il presente lavoro di tesi. Riconoscere tali confini non inficia la validità della ricerca, ma anzi fornisce le coordinate necessarie per una **corretta interpretazione** dei risultati e per l'orientamento di sviluppi futuri.

Un primo limite risiede nell'**esiguità del campione analizzato**. La validazione del modello teorico (*Head, Hand, Heart*) si fonda sull'analisi qualitativa di tre soli casi studio. Sebbene tali progetti siano stati selezionati per la loro eterogeneità, coprendo rispettivamente le dimensioni tecnica, concettuale e culturale, essi non costituiscono un campione statisticamente rappresentativo. Di conseguenza, le dinamiche osservate non possono essere generalizzate automaticamente a tutti gli scenari di design biomedicale, ma vanno lette come evidenze significative all'interno del perimetro di indagine.

In secondo luogo, la **ricerca** è fortemente "**situata**" all'interno di un contesto specifico: il *3D Innovation Lab* di Humanitas University. Si tratta di un ecosistema caratterizzato da risorse tecnologiche d'avanguardia, una cultura organizzativa peculiare e una disponibilità al dialogo interdisciplinare che potrebbe non riscontrarsi in altre strutture ospedaliere. L'applicabilità del modello proposto in contesti sanitari differenti, magari dotati di gerarchie più rigide o risorse limitate, richiederebbe pertanto ulteriori verifiche e necessari adattamenti.

5.4 Conclusioni e prospettive future

Un ulteriore aspetto da considerare riguarda il **coinvolgimento diretto dell'autore**. L'indagine non è stata condotta da una prospettiva esterna e neutrale, bensì attraverso una partecipazione attiva ai processi in qualità di tirocinante. Se da un lato questa immersione operativa ha permesso una comprensione profonda delle dinamiche latenti e dei bisogni taciti del laboratorio, dall'altro introduce inevitabilmente un elemento di soggettività nell'interpretazione delle relazioni e dei flussi decisionali descritti.

Infine, va considerato il vincolo dell'**orizzonte temporale**. La ricerca è stata circoscritta alla durata del percorso di tirocinio, un arco di tempo necessariamente ridotto rispetto ai lunghi cicli di validazione, certificazione e implementazione tipici del settore biomedicale. Tale fattore ha precluso la possibilità di valutare l'efficacia a lungo termine delle soluzioni progettuali proposte e la loro effettiva persistenza operativa o clinica una volta conclusa la fase di sperimentazione iniziale.

Il percorso di ricerca presentato conferma che l'integrazione del design in un laboratorio biomedicale non rappresenta solo un'opportunità di innovazione tecnica, ma una **necessità strutturale** per gestire la crescente complessità delle sfide sanitarie contemporanee. Gli ospedali e i centri di ricerca sono contesti storicamente caratterizzati da una **forte rigidità organizzativa** e da una **frammentazione disciplinare**, elementi che spesso rallentano l'adozione di pratiche innovative e sostenibili. In questo scenario, che sta vivendo una fase di profonda trasformazione aprendosi a nuove sfide come la digitalizzazione personalizzata e la sostenibilità dei processi di cura (Quinto Ordine) [10], il design può agire come un **catalizzatore evolutivo**.

L'esperienza del *3D Innovation Lab* dimostra come l'approccio progettuale permetta di leggere il laboratorio non come una somma di macchinari e procedure, ma come un sistema socio-tecnico in evoluzione e apprendimento continuo. Il **valore aggiunto** del designer risiede nella capacità di **connettere punti distanti**: unire il bisogno clinico con la fattibilità ingegneristica, tradurre la norma in prassi operativa e trasformare la cultura organizzativa in strumenti condivisi.

A livello disciplinare, il presente lavoro di tesi suggerisce un **modello formativo** per il designer del futuro che opererà nel settore *healthcare*: non più un semplice esecutore formale, ma un **professionista ibrido**, capace di operare all'intersezione tra la precisione analitica dell'ingegneria, l'etica della cura tipica della medicina e la visione sistemica del progetto. È in questo spazio di convergenza che il design trova la sua **nuova dimensione**, contribuendo a rendere i sistemi di cura più efficienti, comprensibili e, in ultima istanza, più umani.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Verganti, Design Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating What Things Mean. Boston, MA, USA: Harvard Business Press, 2009.
- [2] D. A. Norman, The Design of Everyday Things. New York, NY, USA: Basic Books, 1988.
- [3] E. Tsekles and R. Cooper, "Emerging trends and the way forward in design in healthcare: An expert's perspective," The Design Journal, vol. 20, no. sup1, pp. S2258–S2272, 2017.
- [4] T. Brown, Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. New York, NY, USA: HarperBusiness, 2009.
- [5] L. S. Shulman, "Signature pedagogies in the professions," Daedalus, vol. 134, no. 3, pp. 52–59, Summer 2005.
- [6] Humanitas University. "Humanitas University apre 3D Innovation Lab." hunimed.eu. <https://www.hunimed.eu/it/news/humanitas-university-apre-3d-innovation-lab/> (accessed Jan. 14, 2026).
- [7] Humanitas Research Hospital. "3D Innovation Lab." humanitas-research.com. <https://www.humanitas-research.com/clinical-platforms/3d-innovation-lab/> (accessed Jan. 14, 2026).
- [8] R. Buchanan, "Wicked problems in design thinking," Design Issues, vol. 8, no. 2, pp. 5–21, Spring 1992.

[9] H. W. Rittel and M. M. Webber, "Dilemmas in a general theory of planning," *Policy Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 155–169, Jun. 1973.

[10] M. Mortati, "New design knowledge and the fifth order of design," *Design Issues*, vol. 38, no. 4, pp. 21–34, Autumn 2022.

[11] M. McLain, "Towards a signature pedagogy for design and technology education: A literature review," *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 32, no. 3, pp. 1629–1648, 2022.

[12] M. Watkins, J. L. Casamayor, M. Ramirez, M. Moreno, J. Faludi, and D. C. Pigosso, "Sustainable product design education: Current practice," *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, vol. 7, no. 4, pp. 611–637, Winter 2021.

[13] Z. Güney, "Visual literacy and visualization in instructional design and technology for learning environments," *European Journal of Contemporary Education*, vol. 8, no. 1, pp. 103–117, 2019.

[14] Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes, ISO 13485:2016, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2016.

[15] B. Sevaldson, "GIGA-Mapping: Visualisation for complexity and systems thinking in design," in *Proceedings of NORDES 2011*, Helsinki, Finland, no. 4, pp. 137–156, 2011.

[16] X. Ai, Z. Jiang, K. Hu, S. Chandrasekaran, and Y. Wang, "Integrating a cross-reference list and customer journey map to improve industrial design teaching and learning in 'project-oriented design based learning'," *Sustainability*, vol. 12, no. 11, Art. no. 4672, Jun. 2020.

[17] M. Silver and H. Ruokamo, "Competences for the modern designer—Systematic literature review," *Arts and Humanities in Higher Education*, vol. 24, no. 1, pp. 3–23, 2025.

[18] A. Endmann and D. Keßner, "User journey mapping – a method in user experience design," *i-com*, vol. 15, no. 1, pp. 105–110, Apr. 2016.

[19] Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles, ISO 527-1:2019, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2019.

[20] E. B. N. Sanders and P. J. Stappers, "Co-creation and the new landscapes of design," *CoDesign*, vol. 4, no. 1, pp. 5–18, Mar. 2008.

[21] W. Golding, *Lord of the Flies*. London, U.K.: Faber & Faber, 1954.

[22] S. L. Star and J. R. Griesemer, "Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39," *Social Studies of Science*, vol. 19, no. 3, pp. 387–420, Aug. 1989.

APPENDICE

Ruolo e dinamiche del 3D Innovation Lab: Questionario interno per il miglioramento dei processi lavorativi

Buongiorno,

sono *Davide Somma*, studente di Design del Prodotto al Politecnico di Torino.

Il seguente questionario è parte di un **lavoro di tesi** svolta in collaborazione con il **3D Innovation Lab** di Humanitas University.

L'obiettivo è raccogliere opinioni e osservazioni per comprendere come migliorare **comunicazione, collaborazione e processi di lavoro** all'interno del laboratorio.

Le risposte, anonime, saranno utilizzate solo a fini di ricerca.

La compilazione richiede pochi minuti.

Ti ringrazio per il tempo e per il contributo alla ricerca.

** Indica una domanda obbligatoria*

Sezione 1 – Ruolo e coinvolgimento

1. **Qual è il tuo ruolo o la tua qualifica principale all'interno del 3D Innovation Lab?***
(indica la categoria che meglio rappresenta la tua posizione)

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Dipendente a tempo determinato / indeterminato
- ☐ Specializzando / studente
- ☐ Dottorando / tesista

2. **Quanto spesso collabori o ti interfacci con il 3D Innovation Lab?***

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Quotidianamente Settimanalmente
- ☐ Mensilmente Sporadicamente /
- ☐ occasionalmente
- ☐

3. **Da quanto tempo collabori (o hai collaborato in passato) con il 3D Lab?** *(indica la durata complessiva della tua esperienza nel laboratorio)*
Contrassegna solo un ovale.

☐ meno di 2 mesi
☐ 2 – 6 mesi 6-12
☐ mesi 1 – 2 anni
☐

4. **Tra le seguenti opzioni, in quali tipi di progetti sei stato maggiormente coinvolto?*** *(puoi selezionare più opzioni)*
Seleziona tutte le voci applicabili.

☐ Sviluppo di modelli anatomici / phantom
☐ Attività di ingegneria clinica
☐ Progetti di dottorato, tesi o ricerca
☐ Progetti derivanti da collaborazioni esterne
☐ Coordinamento e gestione delle attività di laboratorio

Sezione 2 – Funzionamento del laboratorio

5. **Quanto ritieni chiara la distribuzione delle attività e dei progetti all'interno del laboratorio?** *(cioè: quanto è facile sapere chi si occupa di cosa, quali progetti sono in corso e le modalità operative?)*
Contrassegna solo un ovale.

☐ Molto chiara
☐ Abbastanza chiara
☐ Poco chiara
☐ Non chiara

6. **Quanto le procedure e i processi di lavoro sono standardizzati / condivisi?** *(cioè: esistono regole o passaggi comuni che tutti seguono, oppure ognuno lavora con metodi propri?)*
Contrassegna solo un ovale.

☐ Molto
☐ Parzialmente
☐ Poco
☐ Per nulla

7. **Quanto ritieni efficace la comunicazione interna nel laboratorio?** *(cioè: lo scambio di informazioni, aggiornamenti e feedback tra figure diverse funziona bene?)*
Contrassegna solo un ovale.

☐ Molto efficace
☐ Abbastanza efficace
☐ Poco efficace
☐ Non efficace

8. **Quanto ritieni efficace lo scambio di informazioni e risultati tra il 3D Lab e le altre figure esterne coinvolte (medici, reparti clinici, aziende...)?** *(cioè: quanto funziona il passaggio dal bisogno clinico alla proposta progettuale e viceversa?)*
Contrassegna solo un ovale.

☐ Molto efficace
☐ Abbastanza efficace
☐ Poco efficace
☐ Non efficace

9.

In quali ambiti ritieni che emergano più frequentemente difficoltà?
(puoi selezionare più opzioni)
Seleziona tutte le voci applicabili.

☐ Comunicazione tra figure diverse

☐ Coordinamento dei progetti

☐ Gestione della documentazione

☐ Chiarezza degli obiettivi o delle tempistiche

☐ Visualizzazione e comprensione delle task

☐ Usabilità dei macchinari e strumenti presenti nel Lab

10.

Quando si verificano problemi o incomprensioni, da cosa derivano più spesso?*
(cioè: cosa causa più frequentemente rallentamenti o errori di workflow?)
Contrassegna solo un ovale.

☐ Differenze di linguaggio o competenze

☐ Assenza di linee guida o istruzioni operative chiare

☐ Scarso tempo per il confronto

☐ Altro: _____

11.

Quando emergono problematiche o imprevisti, come vengono solitamente affrontati?*
Contrassegna solo un ovale.

☐ In modo strutturato e condiviso (riunioni, confronto tra più figure, definizione comune della soluzione)

☐ Confronti occasionali (discussioni rapide tra alcuni membri, ma senza un metodo definito)

☐ Soluzioni individuali (ciascuno cerca di risolvere il problema autonomamente, senza condivisione con il gruppo)

☐ Non saprei

12.

Quanto ritieni efficaci le soluzioni attualmente adottate per gestire le problematiche?*
Contrassegna solo un ovale.

☐ Molto efficaci

☐ Abbastanza efficaci

☐ Poco efficaci

☐ Non efficaci

Sezione 3 – Visione e miglioramento futuro

13.

In che misura pensi che sarebbe utile migliorare i seguenti aspetti del 3D Lab?*
(1 = poco utile | 5 = molto utile)
Contrassegna solo un ovale per riga.

	1	2	3	4	5
Comunicazione interna	☐	☐	☐	☐	☐
Coordinamento dei progetti	☐	☐	☐	☐	☐
Chiarezza dei ruoli e delle responsabilità	☐	☐	☐	☐	☐
Gestione e comprensione delle task	☐	☐	☐	☐	☐
Documentazione e archiviazione	☐	☐	☐	☐	☐
Supporto alla formazione / training	☐	☐	☐	☐	☐





**Politecnico
di Torino**