

# Un gemello digitale per ogni cosa?



# I Gemelli Digitali in Emilia - Romagna: una prima mappatura



Orso Peruzzi - Data Scientist Fondazione IFAB  
Dimitri Tartari - Coordinatore Agenda Digitale, Regione Emilia-Romagna

# Agenda

- Contestualizzazione
- Profilo dei rispondenti
- Progetti
- Tecnologia
- Impatti
- Conclusioni



# Perchè questa indagine?

Gemello Digitale Urbano >> **Gemello Digitale (su scala) Territoriale**

si crea un Gemello Digitale per **migliorare la gestione di un territorio?**

oppure per **realizzare territori più sostenibili e resilienti?**

dei progetti di Gemello Digitale territoriali, quali sono realmente la **fattibilità e lo stato attuale?**

in **quanti – e chi** - effettivamente stanno realizzando sistemi di questo tipo?

## Esplorazione dei gemelli digitali: indagine sui casi d'uso in Emilia-Romagna

Settembre 2024



# Perchè questa indagine?

**crescente domanda di nuove competenze tecnologiche:** la necessità di risorse capaci di gestire e interpretare la grande mole di informazioni prodotte da questi sistemi

**difficoltà a reperire competenze,** non solo nell'ambito della gestione dei dati, ma anche nei settori che richiedono una visione sistemica di sviluppo territoriale

**definizione tecnologica e di inquadramento normativo** di questi Gemelli Digitali

## Esplorazione dei gemelli digitali: indagine sui casi d'uso in Emilia-Romagna

Settembre 2024



# Perchè questa indagine?

l'indagine sulle iniziative di Gemello Digitale presenti nel territorio è stata quindi condotta con **l'intento** di:

**stimolare la conoscenza reciproca** e la **collaborazione** tra i soggetti con progetti all'attivo;

**fornire strumenti pratici** per lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni Digital Twin;

**analizzare lo stato di innovazione** del settore in Emilia-Romagna.

- Regione Emilia-Romagna (RER)
- Fondazione IFAB (International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development)
- Dipartimento di Fisica e Astronomia (DIFA) dell'Università di Bologna

## Esplorazione dei gemelli digitali: indagine sui casi d'uso in Emilia-Romagna

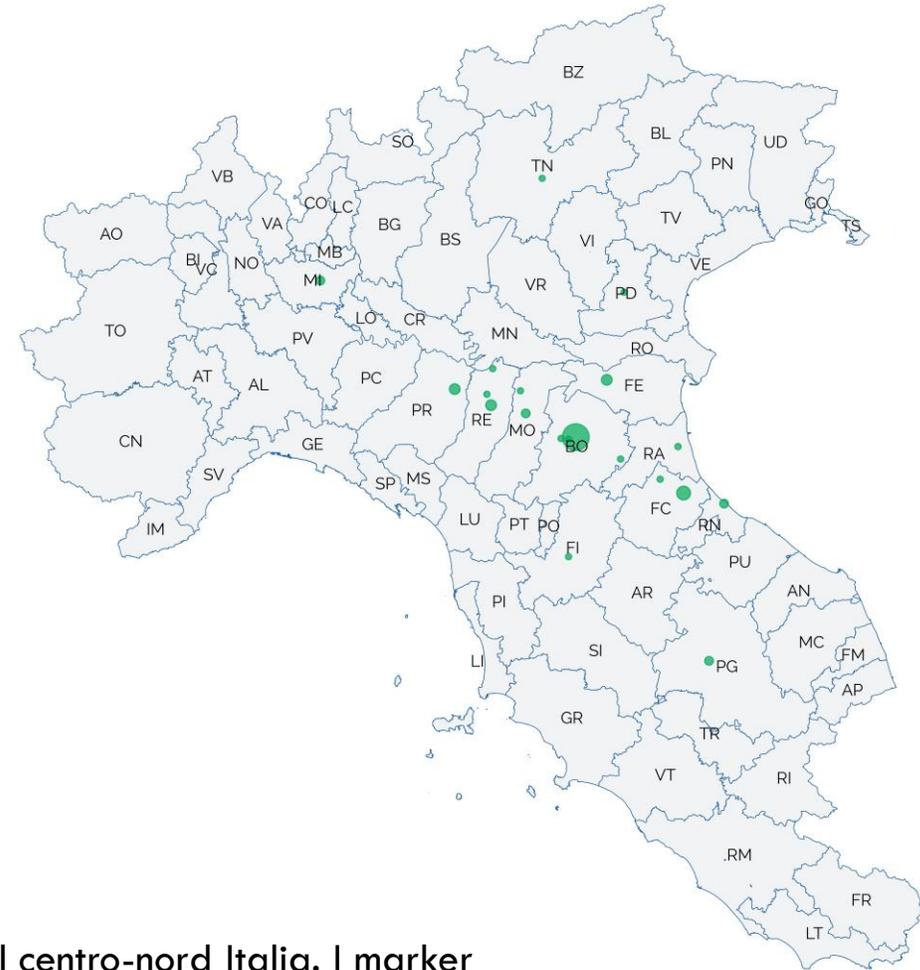
Settembre 2024



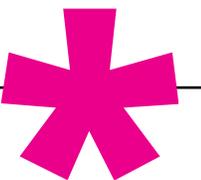
# Profilo dei Rispondenti

- **65 compilazioni** da rispondenti con diversi profili (tecnico, manageriale, ecc.)
- Partecipazione anche **oltre i confini regionali emiliano-romagnoli** (Lombardia, Provincia autonoma di Trento, Veneto, Toscana, Umbria)

Enti rispondenti in Italia centro-nord



La mappa mostra la distribuzione territoriale degli Enti rispondenti nel centro-nord Italia. I marker hanno un diametro maggiore in base al numero di Enti rispondenti dalla medesima posizione.

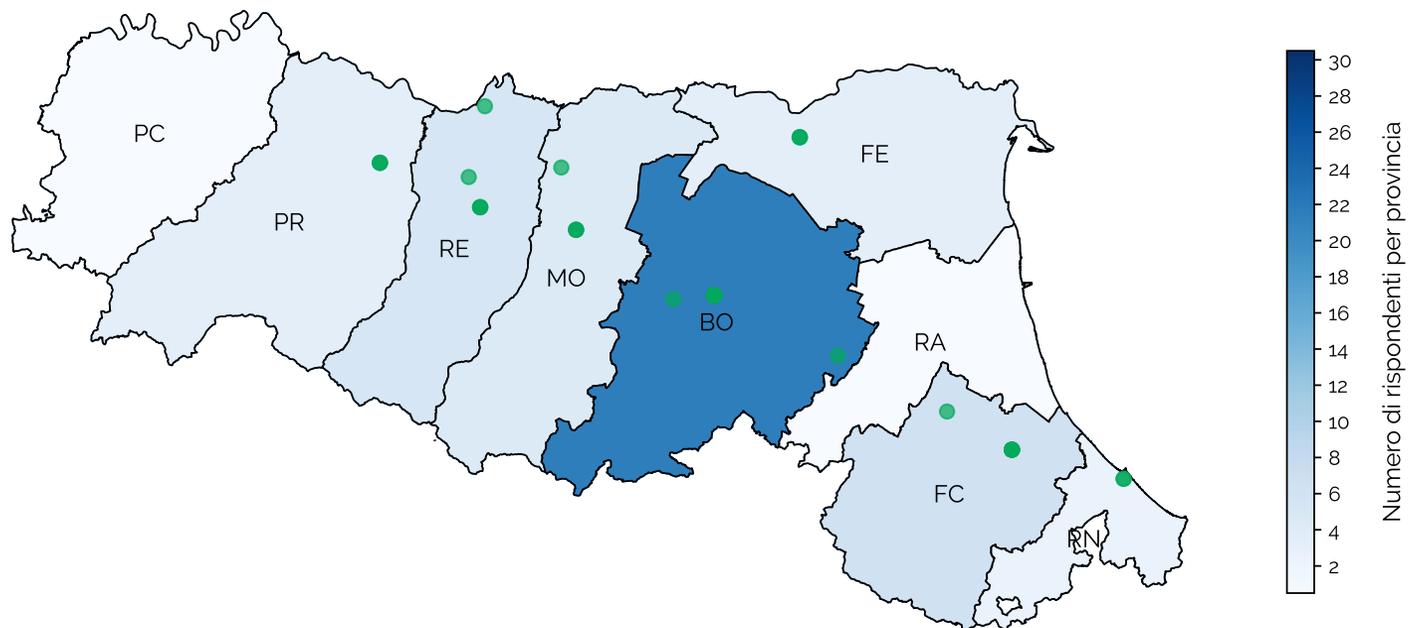


# Profilo dei Rispondenti

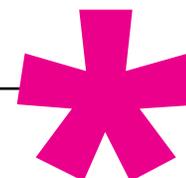
Enti rispondenti in Emilia-Romagna

## ➤ 44 Enti con sede nel territorio ER

Province	N° Enti
Parma	3
Reggio – Emilia	5
Modena	4
Bologna	21
Ferrara	3
Forlì – Cesena	6
Rimini	2

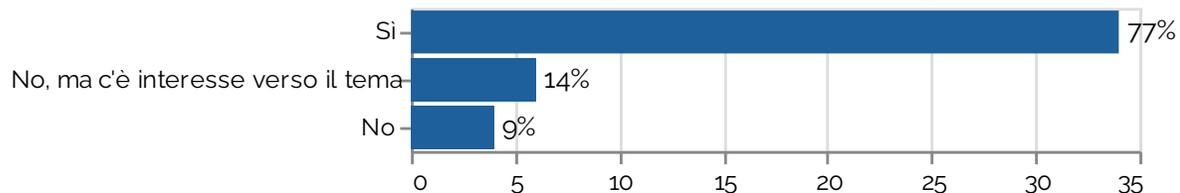


La mappa mostra la distribuzione degli Enti rispondenti solo in Emilia-Romagna. Le province sono colorate in diverse tonalità di blu, dove i colori più scuri indicano un maggior numero di Enti per provincia. Se in una stessa città ci sono più sedi viene comunque mostrato un solo marcatore geografico.



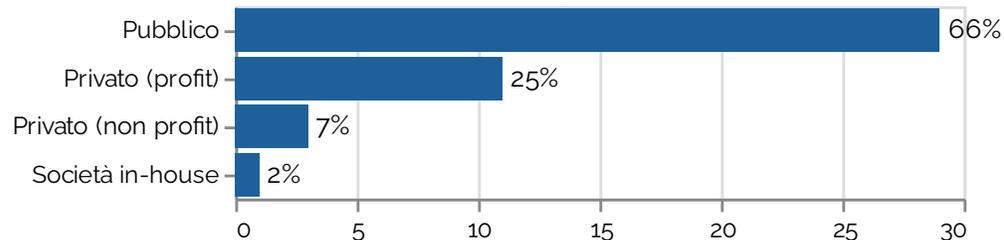
# Enti rispondenti in Emilia - Romagna

## Progetti di Gemelli Digitali

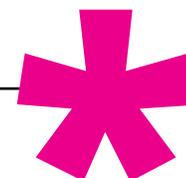


➤ **34 progetti all'attivo** (il 77% degli Enti rispondenti in ER)

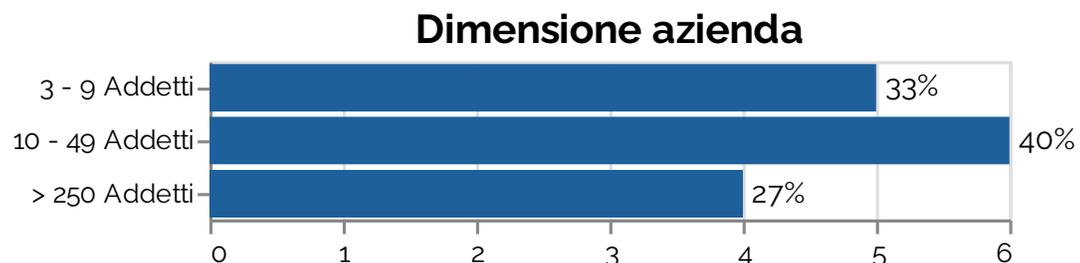
## Tipologia azienda



➤ **66%** sono **Enti pubblici (n=29)**, **32%** sono **Enti privati (n=14)** e **2% (n=1)** sono **Società in-house**

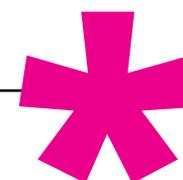


# Enti rispondenti in Emilia - Romagna



	Enti Pubblici	Enti Privati	Società In - House
% rispondenti in ER	66% (29 Enti)	32% (14 Enti)	2% (1 Ente)
Progetti attivi	22	11	1
Numero addetti	Non specificato	10 - 49 (40%) 3 - 9 (33%) >250 (27%)	>250 (100%)

- Il tema dei Digital Twin è di particolare interesse per gli **Enti pubblici**, con all'attivo **22 progetti**
- Questionario diffuso omogeneamente con un maggiore riscontro da Enti Pubblici
- Piccole – Medie Imprese altamente specializzate presenti in larga parte tra gli Enti Privati con dimensioni fino a 50 o con almeno 250 addetti

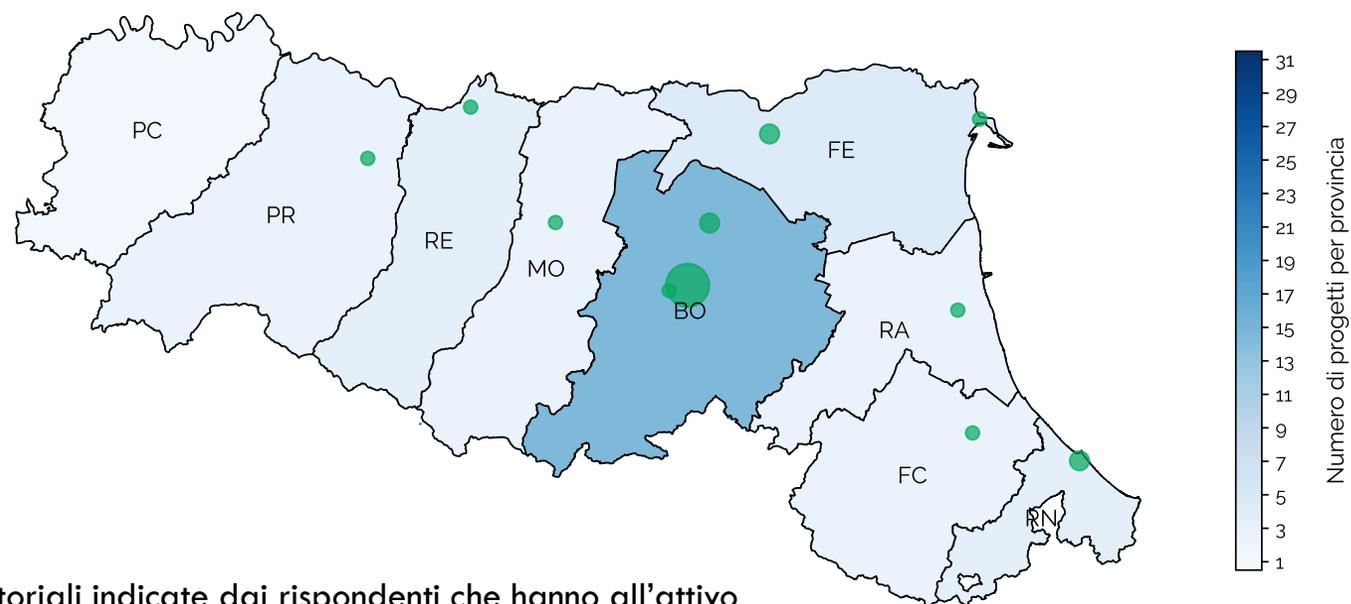


# Progetti all'attivo in Emilia – Romagna: dove?

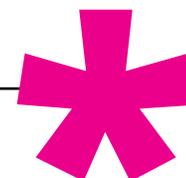
➤ **22 progetti** all'attivo in ER su 34 sono dedicati a un'**area territoriale specifica**

Province	N° Progetti
Parma	1
Reggio – Emilia	1
Modena	1
Bologna	13
Ferrara	3
Forlì – Cesena	1
Ravenna	1
Rimini	2

Progetti per provincia in Emilia-Romagna



La mappa mostra la distribuzione territoriale delle 22 aree territoriali indicate dai rispondenti che hanno all'attivo progetti DT in Emilia-Romagna. I progetti diffusi sul territorio (ad esempio sull'intera area regionale) contribuiscono alla densità rappresentata dal colore in barra, ma non sono indicati da un marker. I marker hanno un diametro maggiore in base al numero di progetti attivi nella medesima posizione.



# Principali casi studio rilevati



## Territori, risorse e infrastrutture pubbliche

Gemelli Digitali di intere città, regioni, comunità energetiche, reti di infrastrutture sanitarie, aree geografiche come foreste, delta di fiumi e litorali, monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria, risposta a criticità climatiche, efficientamento del turismo, modellizzazione scenari what-if, impatti della logistica sulla rete stradale.



## Edifici

Gemelli Digitali per i profili energetici dei palazzi, modelli BIM di edifici storici con informazioni interattive sulla salute strutturale ed estetica, infrastrutture software per simulare sistemi elettrici complessi, previsione della produzione di energia rinnovabile, ottimizzazione del consumo e dello stoccaggio.



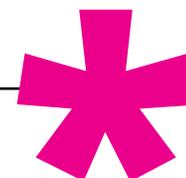
## Industria

Gemelli Digitali della supply chain e della logistica, di apparecchiature in tutte le loro funzioni per migliorarne prestazioni e controllo, di sistemi HPC per ridurre domanda energetica, raffreddamento e manutenzione, sistemi di domotica avanzati.

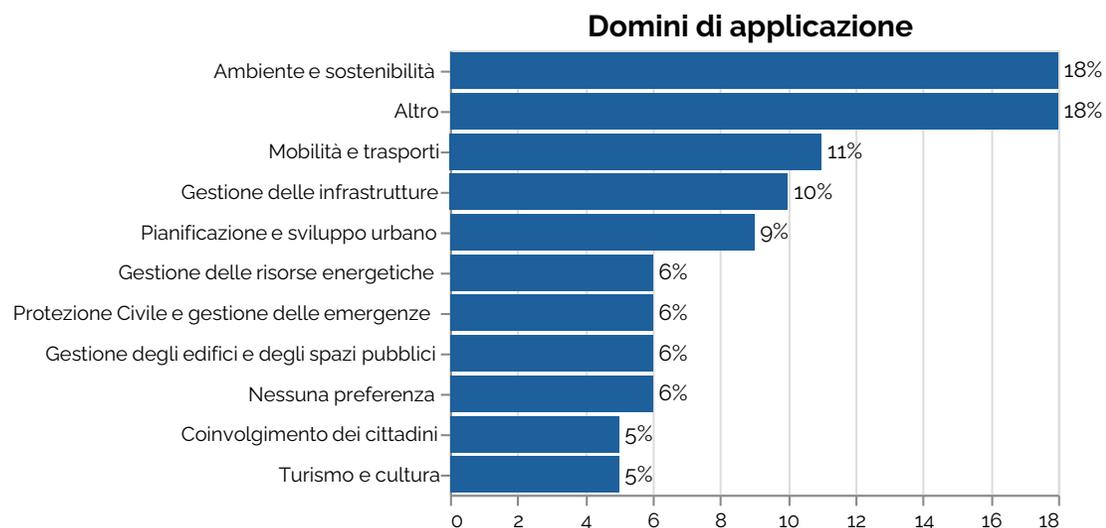


## Medicina e sanità

Gemelli Digitali del corpo umano, replicazione di elementi rilevanti dal punto di vista medico, modelli biofisici personalizzati, strumentazione biomedica per predire quantità difficili o impossibili da misurare in un singolo paziente.



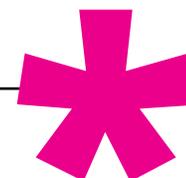
# Tipologia di progetti



La maggior parte dei progetti rientra a pieno titolo in quella categoria di progetti che più si avvicinano ad un Gemello Digitale nel senso proposto da questa ricerca, ovvero:

**“una replica virtuale accurata di un’area geografica o di un’ambiente urbano, aggiornata in tempo reale con dati da sensori, utilizzata ad esempio per la pianificazione urbana, la gestione delle infrastrutture, l’analisi ambientale o la risposta alle emergenze”**

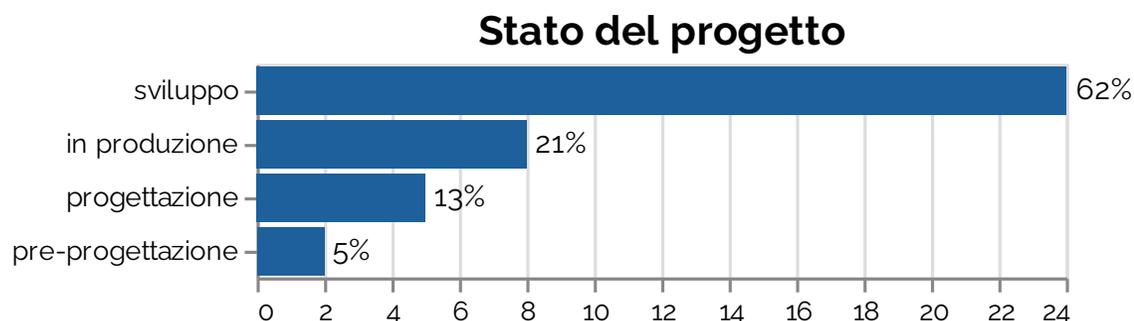
- Tendenza al paradigma **Industria 5.0**
- Presenti comunque **casi in cui la richiesta è stata mal interpretata**. Il motivo di confusione è riconducibile a:
  - **crescente popolarità** del tema Gemelli Digitali;
  - **mancanza di standard tecnologici**;
  - **difficoltà nella definizione** di questa tecnologia
  - **sfide concettuali**.



# Stato di avanzamento dei progetti

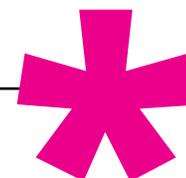
Analisi dello stato di avanzamento allo scopo di:

- valutare la maturità del settore;
- prevedere sviluppi futuri;
- allocare risorse e identificare sfide e opportunità.



La presenza di progetti in tutte le fasi suggerisce un **ecosistema dinamico e in continua evoluzione**, in particolare:

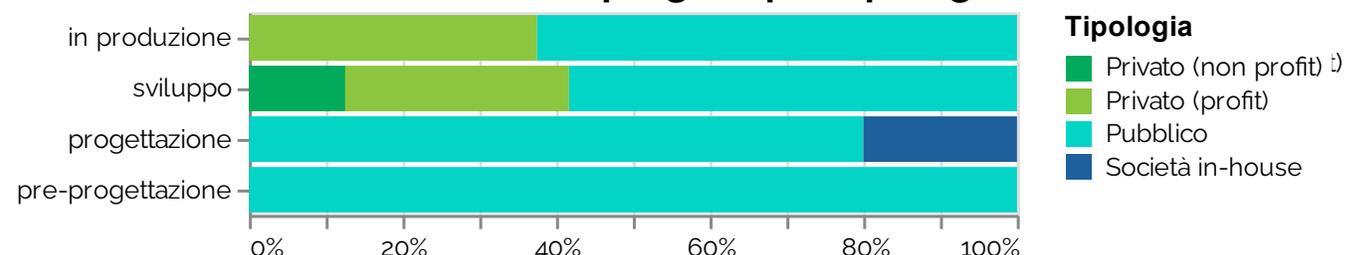
- **83%** dei progetti in fase di **sviluppo** o già **in produzione**;
- **18%** di progetti in **fasi iniziali**
- settore con un **buon livello di maturità** e implementazione pratica;
- settore con grande **potenziale di crescita futura**.



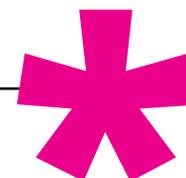
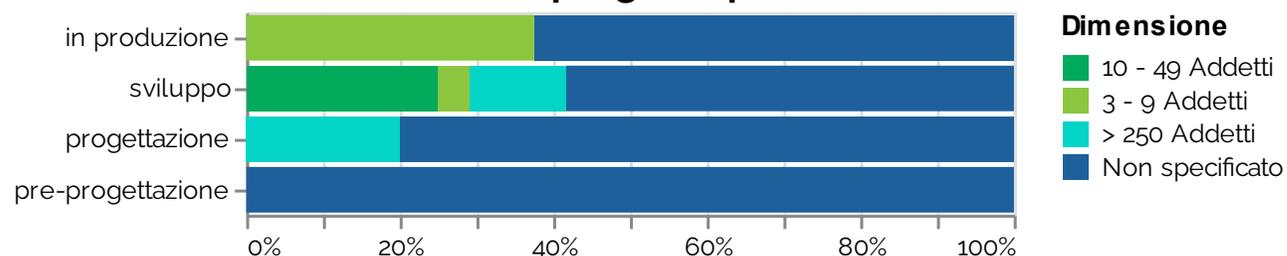
# Stato di avanzamento dei progetti

- Gran parte dei progetti sono gestiti da **Enti Pubblici** (n° addetti non specificato), attivi in tutte le fasi
- I progetti **in produzione**, così come i progetti nella fase di **sviluppo**, sono invece portati avanti in considerevole percentuale (ca. 50% sul totale) da **Piccole – Medie Imprese**
- No-profit e In-House con contributo limitato per essere rappresentativo

## Stato di avanzamento dei progetti per tipologia di Ente



## Stato di avanzamento del progetto per dimensione dell'Ente

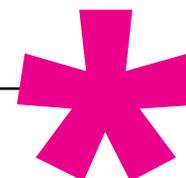
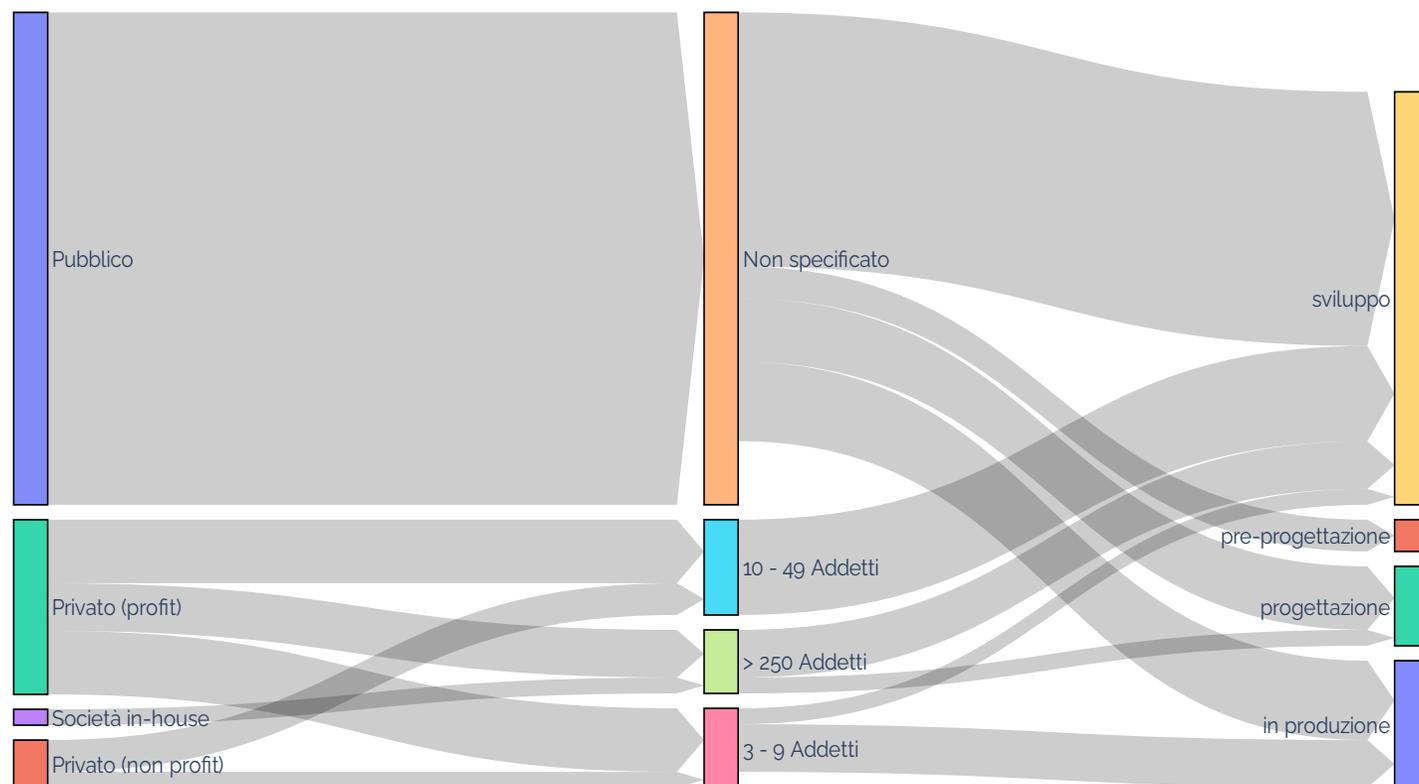


# Stato di avanzamento dei progetti

Nel diagramma di Sankey si nota una variazione interessante: mentre le **grandi aziende** sono tutte in fase di **sviluppo** e in piccola parte in **progettazione**, le **piccole imprese** hanno già progetti **in produzione**

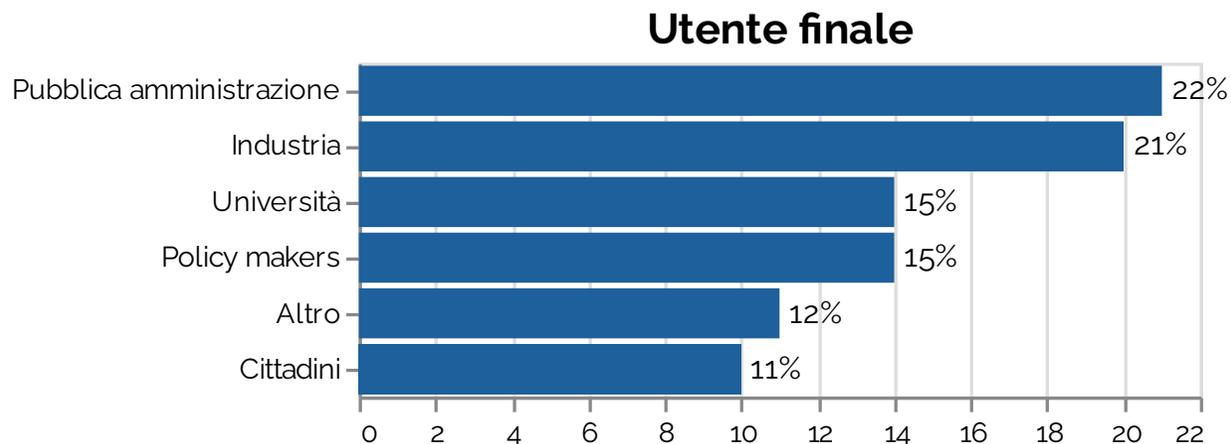
→ maggiore agilità o forse un focus su progetti più piccoli e rapidamente implementabili?

Diagramma di Sankey: natura giuridica Ente -> dimensione Ente -> stato di avanzamento del progetto

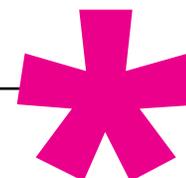


# Utente finale dei progetti

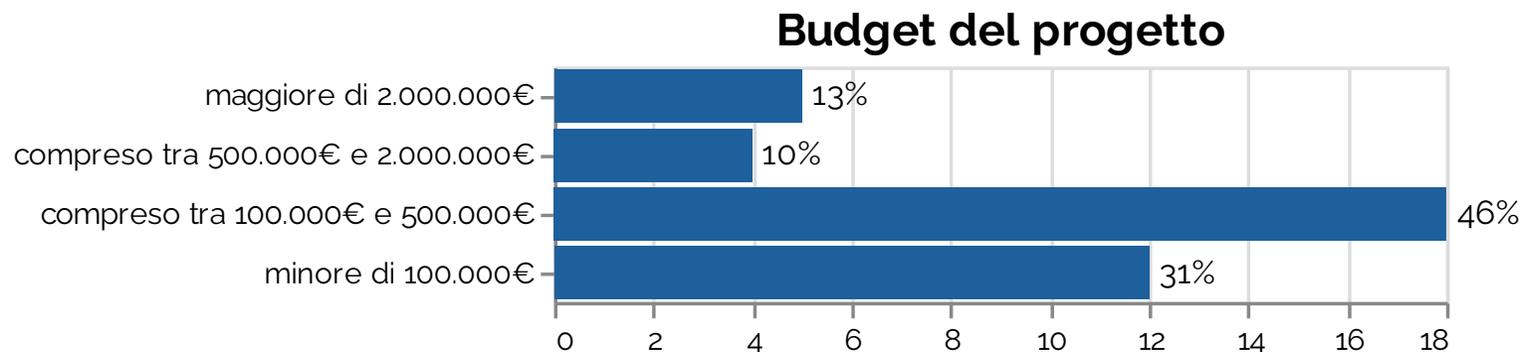
- la **Pubblica Amministrazione** è l'utente finale più comune (**22%** del totale)
- Il **21%** dei progetti di Gemello Digitale ha come target l'**industria**
- **Università** e **policy makers** rappresentano insieme il **30%** degli utenti finali. I **cittadini**, con l'**11%**, sono la categoria meno rappresentata ma comunque significativa.



I Gemelli digitali si rivelano un'importante applicazione nel **settore pubblico**, un cui vi è una **crescente adozione** di queste tecnologie. Il tema ha particolare **rilevanza** anche nel **mondo accademico** e nel **mondo politico**

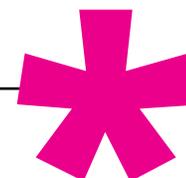


# Budget dei progetti

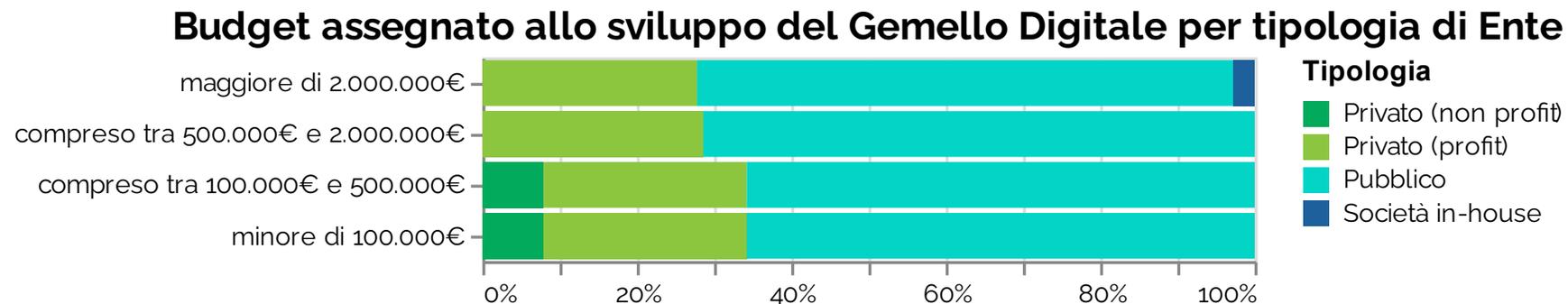


Per lo sviluppo di Gemelli Digitali nella Regione Emilia-Romagna:

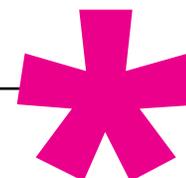
- la maggior parte dei progetti (**46%**) ha richiesto **fondi compresi tra i 100.000€ e i 500.000€**;
- un **31%** ha investito **meno di 100.000€** per progetto;
- spese più ingenti sono state sostenute nel **10%** dei casi, con cifre che oscillano **tra i 500.000€ e i 2.000.000€**, fino ad un **13%** di investimenti **superiori ai 2.000.000€**.



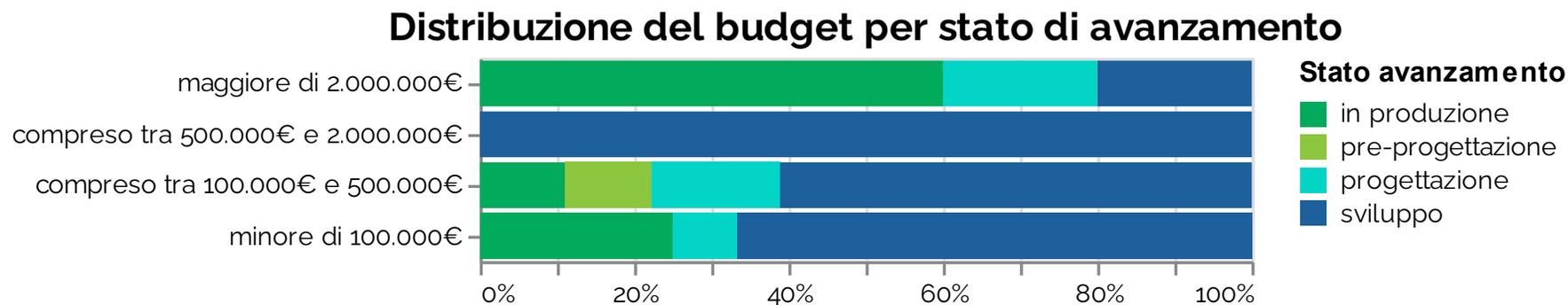
# Budget dei progetti



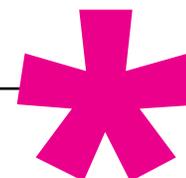
- Il **settore pubblico** è presente in tutte le fasce di budget, con una forte concentrazione nei **progetti di grande scala**
- Il **settore privato profit** è più presente nelle **fasce di budget medio-basse**



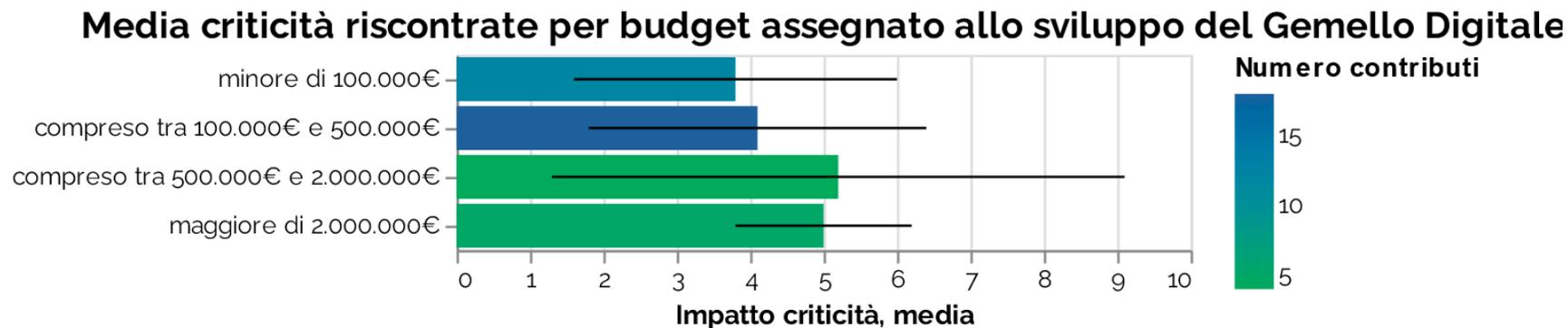
# Budget dei progetti



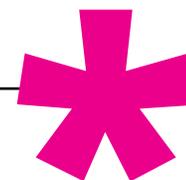
- I progetti con budget **maggiore di 2.000.000€** hanno prevalentemente raggiunto lo stato di messa **in produzione (60%** di questa fascia di budget)  
→ fascia di budget contenente progetti più «avanzati»
- Il segmento compreso **tra 500,000€ e 2,000,000€** include solo progetti nella fase di **sviluppo**
- **Sotto 500,000€** i Gemelli Digitali sono per la maggior parte in **sviluppo**, in piccola parte **in produzione** e in numero più consistente nelle fasi di **pre-progettazione** e **progettazione**.



# Criticità riscontrate



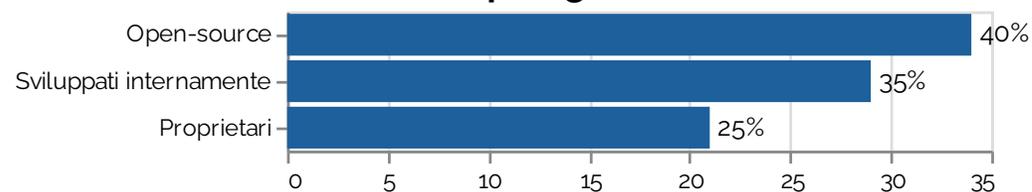
- I progetti con **minor budget (fino a 500.000 euro)** tendono a incontrare un **maggior numero di criticità**, oltre anche a segnalarne un **impatto generalmente maggiore**
- I progetti con un **budget maggiore** mostrano **meno sensibilità alle criticità**.  
Le ragioni di questa caratteristica emergente dal dataset non sono esplicite:  
→ **possibile presenza di bias**, come il **ruolo** ricoperto dal soggetto rispondente (committente, fornitore, tecnico) o lo **stato di avanzamento** al momento della compilazione del questionario



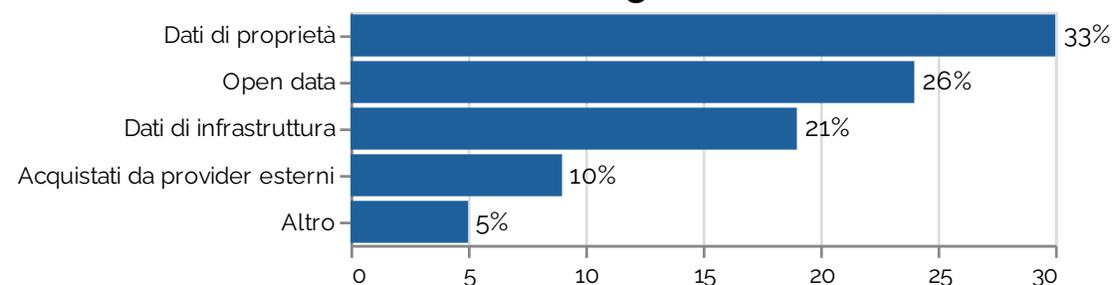
# Tecnologia

- La maggior parte dei progetti si affida a **software open-source (40%)** per favorire flessibilità e collaborazione, mentre il **35% sviluppa software internamente**. I **software proprietari** sono meno utilizzati (**25%**).
- I **dati di proprietà** rappresentano la principale risorsa (**33%**), seguiti dagli **open data (26%)** e dai dati provenienti da **infrastrutture (21%)**, a dimostrazione della crescente utilizzo di **fonti real-time come sensori IoT**.
- La **configurazione ibrida (32%)** è la più popolare, combinando risorse locali e cloud. L'uso esclusivo di **hardware locale (27%)** o **cloud (22%)** è meno frequente, mentre le **infrastrutture HPC** rimangono una scelta di nicchia (**8%**) per progetti più complessi.

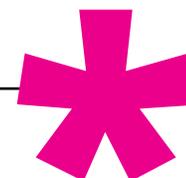
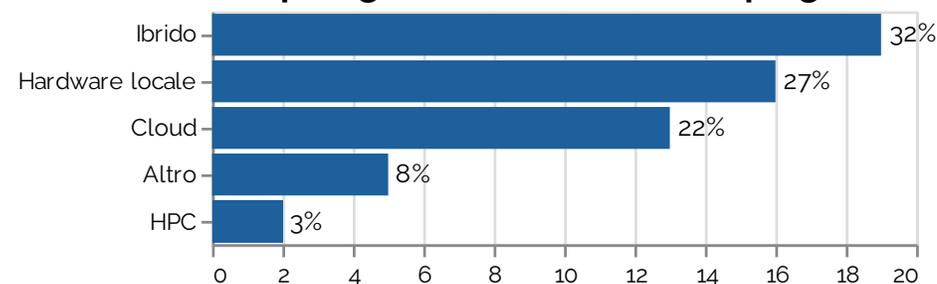
### Tipologia di software



### Sorgenti di Dati



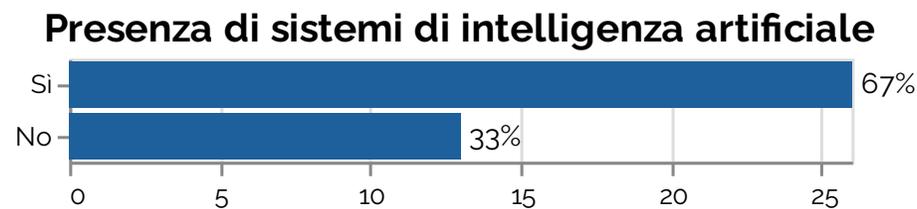
### Tipologie di infrastrutture impiegate



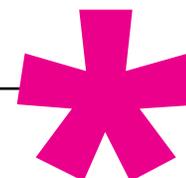
# Intelligenza artificiale

Il **67%** dei progetti di Digital Twin in Emilia-Romagna **utilizza sistemi di intelligenza artificiale (IA)**, mentre il restante **33% non ne fa uso**:

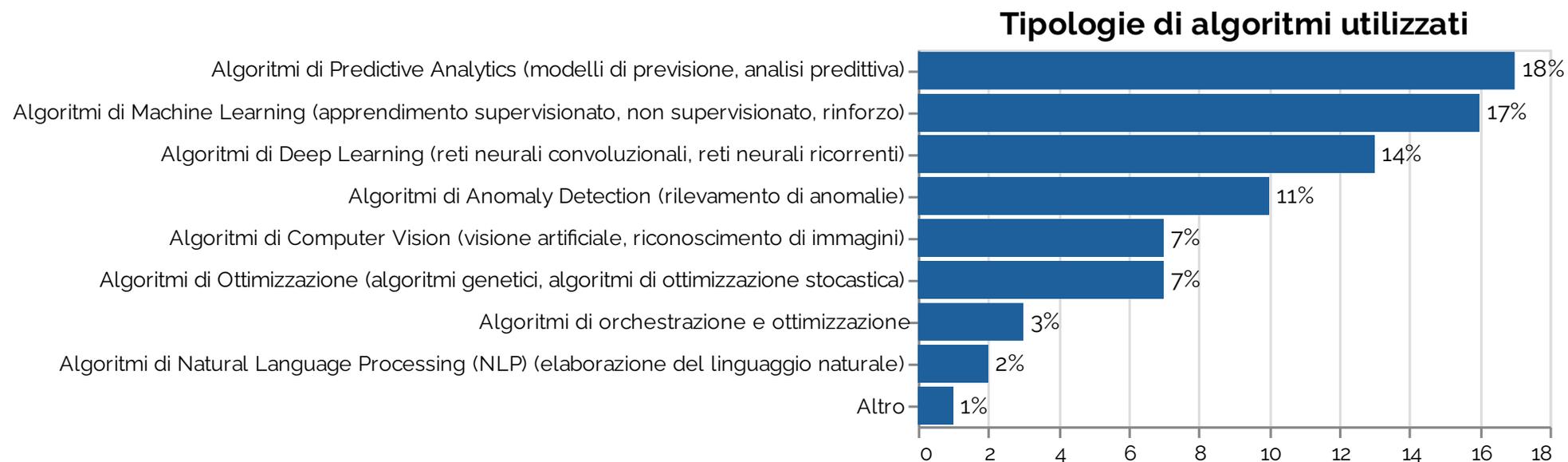
→ si nota un'**ampia adozione dell'IA** nei progetti regionali, con una tendenza crescente verso l'integrazione di tecniche avanzate per migliorare principalmente l'**efficienza del sistema** e dotarlo di **capacità predittive**.



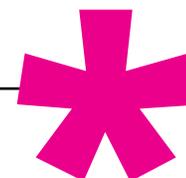
Gli **algoritmi di AI** sono ampiamente integrati nei progetti di Digital Twin, con una prevalenza di algoritmi di **previsione** e **analisi dati**. L'applicazione di algoritmi specifici, come **AI generativa** e **natural language processing** è ancora meno diffusa, ma in crescita.



# Intelligenza Artificiale

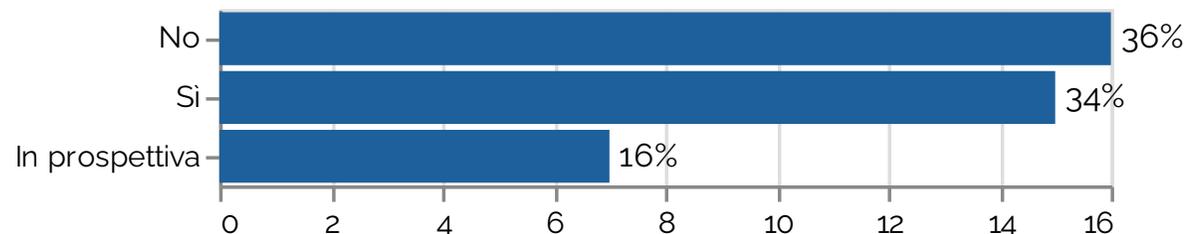


Gli **algoritmi di AI** sono ampiamente integrati nei progetti di Digital Twin, con una prevalenza di algoritmi di **previsione** e **analisi dati**. L'applicazione di algoritmi specifici, come **AI generativa** e **natural language processing** è ancora meno diffusa, ma in crescita.

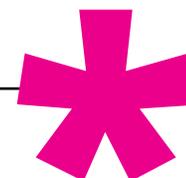


# Comportamento *retroattivo* del Gemello Digitale

Presenza di comportamento retroattivo nel Gemello Digitale



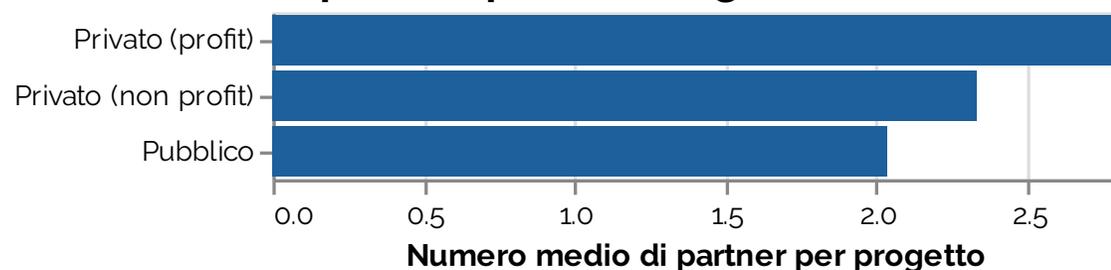
Tutto ciò che si può considerare un effetto del Gemello Digitale riscontrabile nella realtà viene comunemente raggruppato sotto un **unico concetto**, ovvero la **retroazione**. Essa comprende **tutte quelle azioni che esso compie modificando direttamente una o più proprietà della controparte fisica che rappresenta, dove con direttamente si intende senza l'intervento di operazioni "manuali"**. In altre parole, un DT deve essere in grado di tradurre le analisi e le predizioni in soluzioni applicabili in modo semiautomatico direttamente sul territorio.



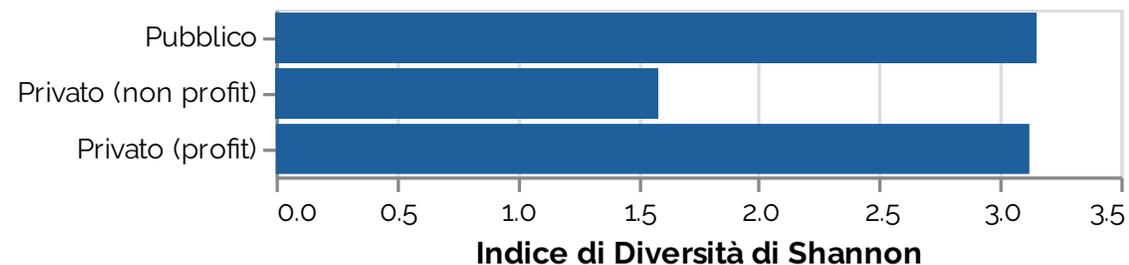
# Impatti dei Gemelli Digitali

- La diffusione e l'adozione di queste tecnologie **promuove processi di interazione tra partner di progetto.**
- l'interesse verso iniziative basate sull'uso di tecnologie che favoriscono processi di interazione è principalmente sostenuto da **Pubblica Amministrazione ed Enti Privati profit.**

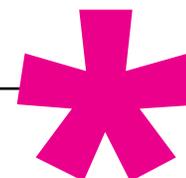
**Numero medio di partner per natura giuridica (escluso Società in-house)**



**Diversità dei partner per natura giuridica (escluso Società in-house)**



L'indice di diversità dà una misura della «ricchezza» delle interazioni tra partner di progetto.



# Impatti dei Gemelli Digitali

## Impatto sociale

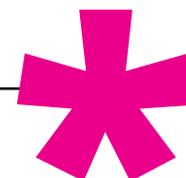
- Contributo significativo al **terzo settore** (cultura, assistenza, ecc.)
- Applicazione dei Gemelli digitali a favore dei **cittadini come utenti finali**
- Creazione di valore aggiunto oltre le applicazioni tecniche tradizionali

## Impatto Economico

- Diminuzione dei costi operativi nella gestione di infrastrutture
- **Ritorno degli investimenti duplice, da benefici economici diretti e ambientali**
- Supporto strategico allo sviluppo urbano sostenibile

## Impatto Ambientale

- Miglioramento dei **flussi di traffico** e della **qualità dell'aria**
- Riduzione delle emissioni e del consumo di risorse grazie all'**efficientamento energetico**



# Quindi, che dire?

emerge come sia ampiamente condiviso il **valore**, anche **potenziale**, di poter disporre di un «Gemello Digitale»

non soluzioni tecnologiche in cerca di problemi ma **progetti definiti su problematiche ed esigenze concrete**

un Gemello che «simula tutta la realtà» o più Gemelli «locali» o di dimensioni o ambiti specifici? >> serve **cooperazione sul fronte dei dati, tecnologie e competenze** anche al fine di garantire interoperabilità tra i Gemelli

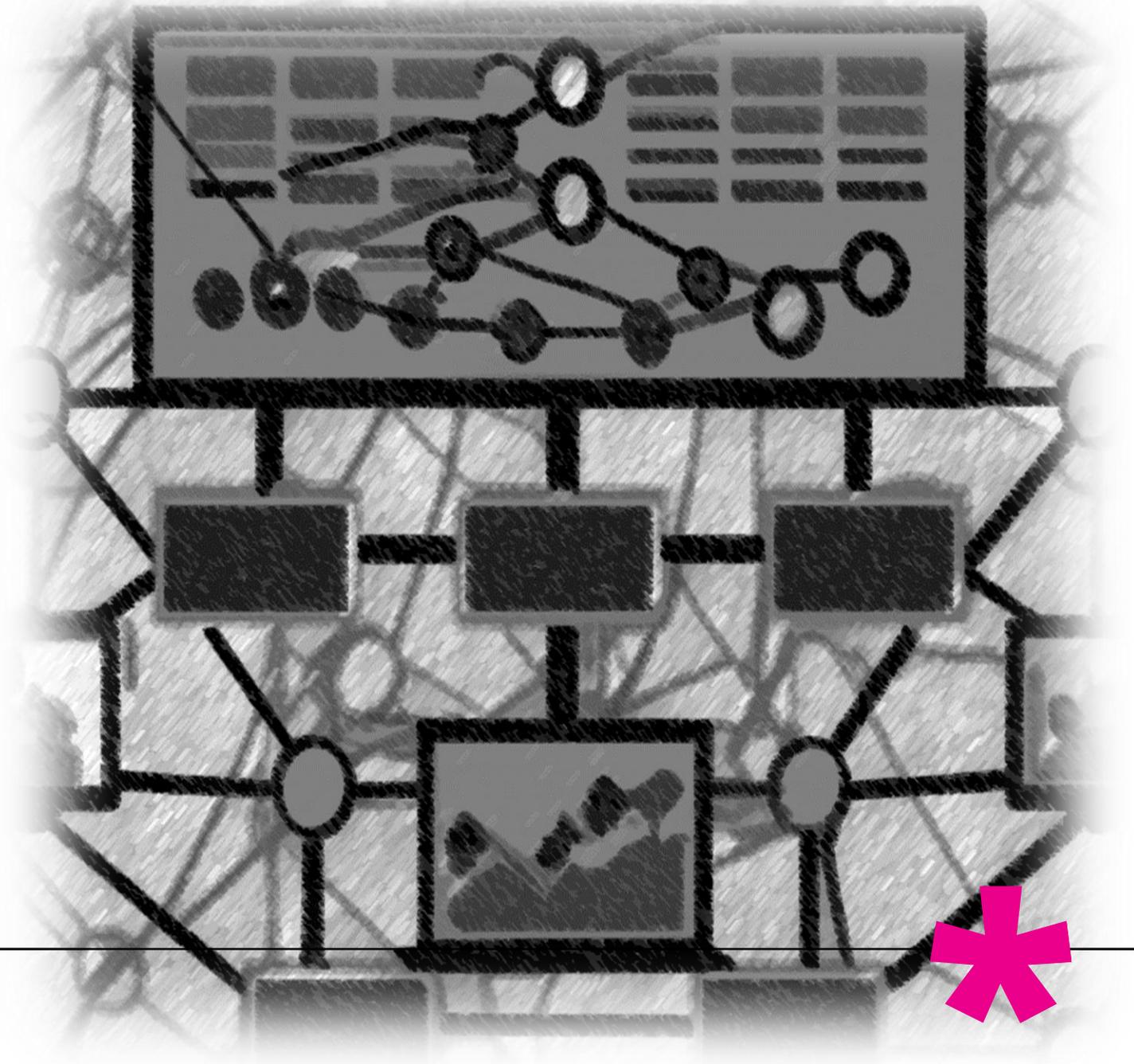


# Quindi, che dire?

necessità dei medesimi **dati**, o perlomeno di alcuni dataset fondamentali >> **opportunità di collaborazione e condivisione sia di tipo tecnico che organizzativo**

**qualità del dato** come elemento chiave, una consapevolezza comune, ci sono ampi **spazi di cooperazione, condivisione di pratiche e competenze**

è rilevante il **coinvolgimento delle Università** >> progetti complessi >> ci sono spazi per costruire un **nucleo di competenze territoriali sul tema**



# Quindi, che dire?

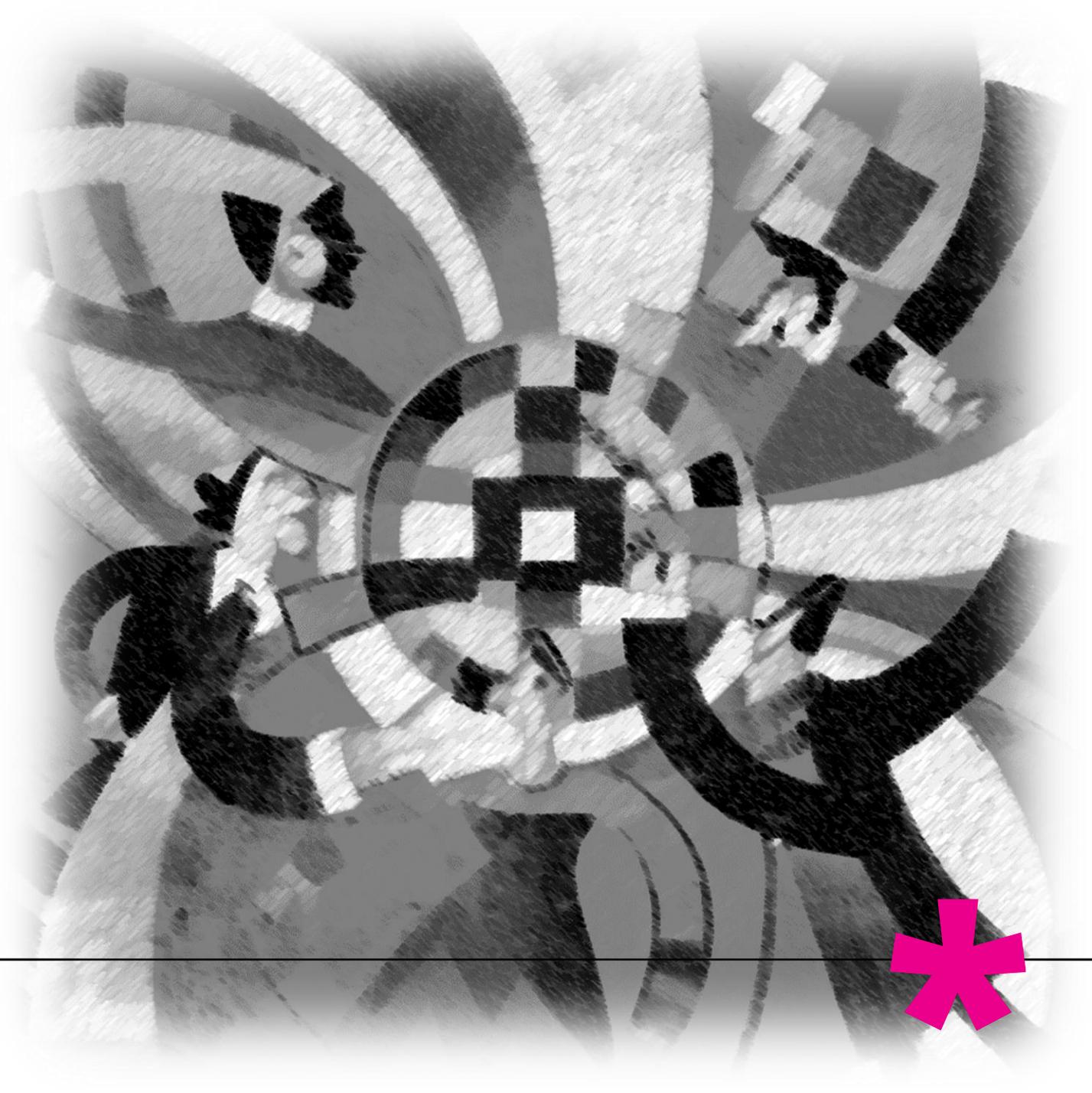
**abbiamo a disposizione molti dati e contatti** che permetteranno di:

**stimolare la conoscenza reciproca e la collaborazione tra i soggetti con progetti all'attivo**

**fornire indicazioni su strumenti pratici** per lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni Digital Twin

**descrivere lo stato di evoluzione** dell'ambito Gemelli Digitali in Emilia-Romagna

**stiamo arrivando ...**



# Grazie

