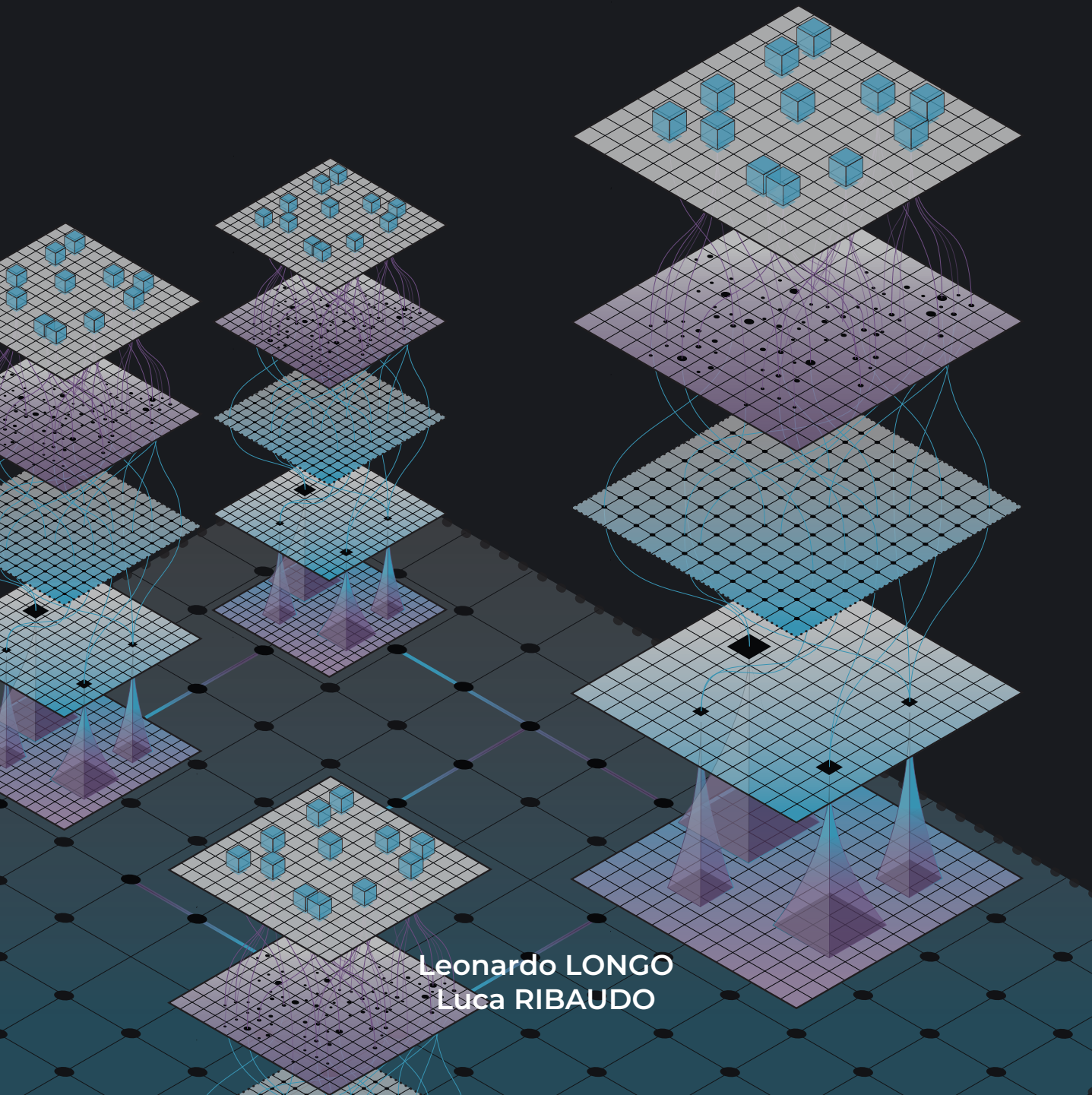


# L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL PROGETTO ARCHITETTONICO

Il caso *“Centro di Ricerca Nazionale per l'Intelligenza Artificiale”*



Leonardo LONGO  
Luca RIBAUDO



**Politecnico  
di Torino**

Dipartimento di Architettura e Design  
Corso di Laurea Magistrale in  
Architettura Costruzione Città  
A.A. 2024-2025

**L'intelligenza Artificiale nel progetto architettonico**  
*Il caso "Centro di Ricerca Nazionale per l'Intelligenza Artificiale"*

*Relatore*

Prof. Giovanni Durbiano

*Correlatori*

Piergiorgio Farina  
Federica Joe Gardella  
Gabriele Giardino  
Luciana Mastrolia

*Candidati*

Leonardo Longo  
Luca Ribaudò

*All'interno di questo progetto  
sono stati utilizzati 1678 prompt*

# Indice

Abstract	10
Abstract (eng)	12
<b>1 - L'intelligenza artificiale e l'architettura</b>	
1.1 Innovazione e trasformazione	16
1.2 ChatGPT	24
1.3 Rivet	28
<b>2 - Centro di Ricerca Nazionale per l'Intelligenza Artificiale</b>	
2.1 La controversia	36
2.2 Gli attori	44
2.3 Le richieste progettuali	53
<b>3 - Affrontare la controversia</b>	
3.1 Come si può affrontare la controversia?	60
3.2 Definizione delle variabili	64
3.3 Analisi territoriale	67
3.4 Definizione dei parametri	96
3.5 Le valutazioni architettoniche	100
<b>4 - Sperimentare con l'intelligenza artificiale</b>	
4.1 Convertire il linguaggio dell'architetto	104
4.2 Trial and Error	107
4.2.1 Esperimento 1	107
4.2.2 Esperimento 2	114
4.2.3 Esperimento 3	121
4.2.4 Esperimento 4	124
4.3 Si può guidare ChatGPT?	127
<b>5 - AI nel processo architettonico</b>	
5.1 Mappa attori attanti	132

5.2	Matrice attori attanti	136
5.3	Scomporre il processo architettonico	139
5.4	Inserirsi in una fase del processo	142
5.5	Scegliere uno strumento	144
<b>6 - L'algoritmo</b>		
6.1	Il contesto	150
6.2	Il processo metodologico	154
6.3	Le fasi del progetto	160
6.4	Dati di input	164
6.5	Dati di output	168
6.6	Gli scenari	170
6.7	Risultato dell'algoritmo	174
6.8	Risultato dell'indagine	176
<b>7 - Conclusioni</b>		
7.1	Allucinazioni da intelligenza artificiale	182
7.2	Conclusioni	185
<b>Bibliografia</b>		190

*Al fine di comprendere la chiave di lettura di questa tesi, si invita a considerare lo sfondo delle pagine: quelle bianche sono dedicate al caso studio, mentre quelle scure approfondiscono temi specifici legati all'intelligenza artificiale.*

# Abstract

L'informatica è spesso vista come un mondo complesso, accessibile solamente a pochi esperti. Tuttavia, l'avvento dell'intelligenza artificiale offre una nuova visione: questi sistemi si propongono come *"traduttori"* di informazioni, rendendo questo mondo accessibile ad un pubblico più ampio.

Partendo da questa premessa, la seguente tesi si propone come applicazione diretta del metodo empirico, volta a osservare le potenzialità dell'intelligenza artificiale nel progetto architettonico. Nello specifico, l'indagine sperimentale è stata condotta attraverso un caso studio, il *"centro di ricerca nazionale per l'intelligenza artificiale"*, impiegando le potenzialità di questi sistemi per affrontare l'incertezza e la variabilità che circondano questo progetto.

La metodologia qui proposta spazia dall'uso semplificato di ChatGPT, fino alla sua integrazione in un algoritmo. Questo approccio mira alla traduzione di elementi concettuali, spesso impliciti, in informazioni utili a orientare il funzionamento dell'algoritmo stesso. L'obiettivo è quello di inserirsi in una fase del processo progettuale, elemento complesso e ricco di istanze, attraverso l'interoperabilità tra sistemi digitali e intelligenza artificiale. Questa soluzione consente di mediare tra le diverse richieste del processo, rispondendo in modo efficace

alle esigenze progettuali.

Lo scopo dell'algoritmo implementato è quello di generare un reticolo informatico adattabile alle necessità degli attori coinvolti, creando così degli scenari ipotetici. A tal fine, l'intelligenza artificiale agisce come motore di traduzione tra concetti progettuali e mondo digitale, creando così uno strumento a supporto dell'architetto.

# Abstract

## (ENG)

Computer science is often seen as a complex field, accessible only to a select group of experts. However, the advent of artificial intelligence offers a new perspective: these systems act as “*translators*” of information, making this field accessible to a broader audience.

Based on this assumption, the following thesis serves as a direct application of the empirical method, aiming to observe the potential of artificial intelligence in architectural design. Specifically, the experimental investigation was conducted through a case study, the “*National Research Center for Artificial Intelligence*”, leveraging these systems’ capabilities to address the uncertainty and variability surrounding this project.

The proposed methodology ranges from the simplified use of ChatGPT to its integration into an algorithm. This approach seeks to translate conceptual elements, which are often implicit, into actionable information to guide the algorithm’s functionality. The goal is to intervene in a phase of the design process, a complex stage rich of instance, through interoperability between digital systems and artificial intelligence. This solution facilitates the mediation among the different requests of the process, responding effectively to the design’s needs.

The purpose of the implemented algorithm

is to generate a computational framework adaptable to the needs of the stakeholders involved, therefore creating hypothetical scenarios. For this purpose, artificial intelligence acts as a translation engine between design concepts and the digital world, creating thus a tool to support the architect.



**01**

**L'Intelligenza artificiale  
e l'architettura**



## 1.1 Intelligenza artificiale e architettura: innovazione e trasformazione

L'intelligenza artificiale, o più comunemente abbreviata come AI dalla sua declinazione inglese, ha rapidamente trasformato molti settori, innovando determinate parti del processo produttivo. Sempre più aziende stanno integrando strumenti intelligenti nel loro flusso lavorativo, al fine di migliorarne l'efficienza e la rapidità.

Nell'ambito dell'architettura, gli strumenti di intelligenza artificiale hanno offerto nuove soluzioni per la gestione dei progetti, attraverso strumenti utili ad affrontare la complessità e le numerose variabili coinvolte. Oggi, l'intelligenza artificiale viene utilizzata (talvolta in fase sperimentale) in diverse fasi progettuali; si spazia dalla creazione di concept fino ad arrivare alle valutazioni dell'efficienza energetica e alla gestione post-operativa degli edifici.

Secondo il Wall Street Journal, *“l'intelligenza artificiale è in grado di generare fino a 100.000 progetti di interni in sole 27 ore”*<sup>1</sup>, un dato impensabile da ottenere utilizzando i metodi tradizionali. Non manca il commento di Arturo Tedeschi, architetto e designer computazionale: *“pensare che si tratta di tecnologie che hanno poco più di cinque anni e l'evoluzione è rapidissima”*<sup>2</sup>. L'ottica di Tedeschi è orientata al futuro; nonostante oggi gli strumenti di

intelligenza artificiale operino principalmente attraverso due dimensioni, l'architetto (Tedeschi) non esclude l'ampliamento anche verso una terza dimensione. Inoltre, l'incremento dell'uso del machine learning<sup>3</sup>, può sicuramente offrire risposte specifiche e adattate alle necessità del progetto.

L'obiettivo è quello di realizzare un sistema che sia in grado di risolvere problemi complessi, adattandosi ai diversi casi studio attraverso un'interazione maggiore rispetto alle semplici rappresentazioni grafiche che si possono ottenere al giorno d'oggi. Infatti, la sperimentazione verso questo tipo di sistema è attualmente svolta dai dipartimenti dei grandi studi di architettura, tra cui possono essere citati *MVRDV Next*<sup>4</sup> oppure *ZHcode*<sup>5</sup>, grazie alle ingenti somme di denaro disponibili per la ricerca. Tuttavia, il dubbio che si genera è relativo alla formazione delle nuove generazioni che, secondo Tedeschi, non devono solamente utilizzare gli strumenti di intelligenza artificiale come ChatGPT, ma devono anche essere in grado di controllarli e padroneggiarli, difendendo il ruolo dell'architetto di fronte alle grandi aziende tech.

Per questa ragione, l'*Ordine degli Architetti di Torino* si impegna a supportare gli iscritti nell'apprendimento e nell'uso responsabile dell'intelligenza artificiale. L'ordine collabora con le istituzioni torinesi, ad esempio il Politecnico di Torino, organizzando eventi e corsi di formazioni, utili a diffondere l'uso corretto di questa tecnologia. Attraverso il progetto: *“Architetti e IA: l'indagine dell'Ordine*

<sup>3</sup> Il Machine Learning è un ramo dell'intelligenza artificiale che permette ai computer di apprendere dai dati e migliorare le prestazioni senza programmazioni esplicite, trovando schemi o prendendo decisioni autonome.

<sup>4</sup> MVRDV NEXT (New Experimental Technologies) è un dipartimento dello studio di architettura MVRDV che esplora innovazioni digitali e sostenibili, utilizzando tecnologia avanzata per migliorare design, pianificazione e collaborazioni.

<sup>5</sup> ZH Code è la divisione tecnologica dello studio Zaha Hadid Architects, dedicata all'integrazione di algoritmi avanzati e intelligenza artificiale per progettare architetture innovative e sostenibili.

<sup>1</sup> KEATES, N. (2024), *Stressing Over Your Next Home Renovation Project? Let AI Handle It*, The Wall Street Journal.

<sup>2</sup> TEDESCHI, A. in *AI e architettura: intelligenza artificiale per progetti reali*, Corriere della sera – Living, 2024.

e del Politecnico” è stata condotta una ricerca sull’impatto dell’intelligenza artificiale nella pratica architettonica. Quello che emerge da questo studio sono i diversi usi che vengono fatti di questi sistemi; alcuni esempi dimostrano come l’intelligenza artificiale venga utilizzata per fare ricerche di tendenze, come strumento utile a sintetizzare i bandi pubblici, oppure come supporto alla progettazione, attraverso la generazione di immagini e suggestioni, elementi che facilitano la comunicazione con la committenza. Tuttavia, dalla ricerca condotta sono emersi anche i limiti e le criticità, tra cui il rischio di un prodotto finale (quindi un’architettura) di bassa qualità, della necessità di una competenza specifica, utile a formulare prompt corretti e, soprattutto, dell’importanza del ruolo dell’architetto, colui che è responsabile del progetto e delle sue implicazioni etiche, sociali e culturali. Quest’ultimo aspetto è molto importante, infatti, riprendendo dalle parole dell’architetto Dellapiana<sup>6</sup>, si può affermare che: *“più che di AI, parlerei di automazione avanzata, l’intelligenza presuppone creatività”*<sup>7</sup>.

Diversamente, osservando il mondo delle cosiddette archistar, diversi studi hanno introdotto l’intelligenza artificiale all’interno del loro processo architettonico. Tra questi, può essere citato lo studio *Zaha Hadid Architects*, famoso per le sue architetture parametriche realizzate attraverso l’uso di sistemi di machine learning. Il dipartimento di ricerca dello studio, lo ZHcode, ha promosso la realizzazione di un sistema chiamato *“Gendo”*, al fine di risolvere il problema legato ai render di interni; questi

in passato erano costosi e richiedevano tempo, infatti la realizzazione era spesso affidata all’esterno dell’azienda. La piattaforma di intelligenza artificiale ha ottenuto un finanziamento di 1.1 milioni di dollari, derivante da due società di venture capital londinesi.



[Figura 1] Schizzo concettuale che rappresenta un dato di input per la piattaforma Gendo, utilizzato per l'elaborazione e l'ottimizzazione del progetto architettonico. (Gendo.AI)



[Figura 2] Render concettuale che rappresenta un dato di output dalla piattaforma Gendo. (Gendo.AI)

Gendo è quindi un software che genera immagini renderizzate a partire da schizzi bidimensionali; il vantaggio è offerto dalla possibilità di personalizzare il

<sup>6</sup> L'architetto Paolo Dellapiana è il titolare dello studio Archicura.

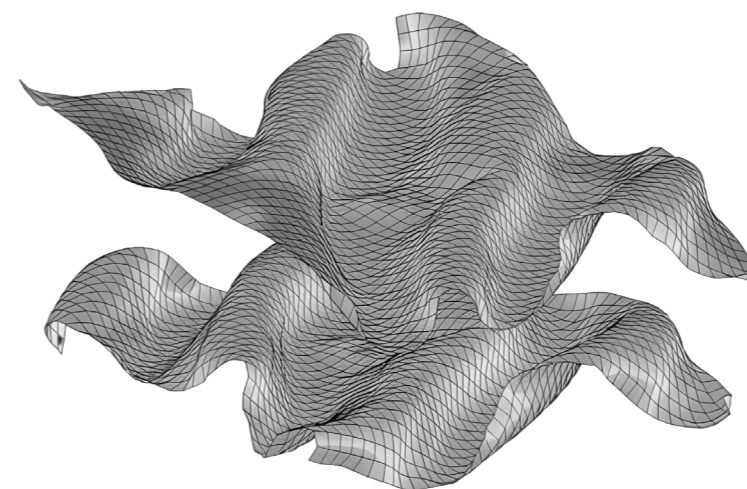
<sup>7</sup> DEPASCALE, D. (2024), *L'intelligenza artificiale ora bussava alla porta degli studi di architettura*, Corriere della sera.

risultato attraverso l'inserimento di colori, dell'illuminazione e degli elementi strutturali. Inoltre, è previsto un aggiornamento che permetterà all'utente di aggiungere dettagli, ad esempio mobili, persone o vegetazione. Questa piattaforma è quindi utilizzata durante la fase di progettazione; il suo utilizzo consente ai progettisti di visualizzare rapidamente le loro idee e apportare le modifiche in base alle esigenze del cliente.

Come Zaha Hadid Architects, anche lo studio *BIG (Bjarke Ingels Group)* utilizza una piattaforma di intelligenza artificiale per ottenere dei rendere in tempi brevi. Ciò che è interessante è il sistema di intelligenza artificiale che permette di analizzare le planimetrie in tempo reale, unita alla conseguente progettazione degli arredi. La vera sperimentazione avviene però con il sistema in grado di progettare modelli di laminati termoattivi, capaci di adattarsi alle facciate autodeformanti. Questo risultato è possibile ottenerlo attraverso l'uso del neural network, ovvero dei modelli di apprendimento automatici ispirati al cervello umano. Nella fase di apprendimento, il sistema impara a prendere una decisione attraverso prove ed errori (*Trial and Error*<sup>8</sup>). Inoltre, BIG ha avviato una collaborazione con ICON, azienda specializzata in stampa 3D; insieme hanno sviluppato una nuova generazione di stampanti, derivate dall'esperienza nella costruzione lunare, che sfruttano l'intelligenza artificiale nella fase di progettazione dell'elemento da stampare.

Un diverso uso del neural network è quello dello studio *Foster and Partners*; lo studio britannico

usa l'intelligenza artificiale per ridurre i tempi di simulazione, ad esempio delle deformazioni strutturali. Le reti neurali vengono utilizzate per l'apprendimento di un machine learning, i cui compiti sono l'ottimizzazione del progetto, "*l'assistenza alla progettazione*" e l'analisi di grandi dati. Inoltre, allo stesso modo dello studio BIG, il neural network viene utilizzato per le facciate autodeformanti<sup>9</sup>, ed è un sistema frutto della ricerca condotta con Autodesk<sup>10</sup>. In questo studio l'intelligenza artificiale entra a far parte del processo architettonico, a partire dalla fase di concept, fino ad arrivare allo sviluppo di parti importanti del progetto, quale il design delle facciate.



[Figura 3] Confronto tra laminato deformato arbitrariamente e analisi non lineare originale, che evidenzia l'efficacia dell'approccio nel prevedere deformazioni. (Foster + Partners / Autodesk)

Come si può evincere, la maggior parte degli studi utilizza sistemi basati sul machine learning, spesso affiancato dalle reti neurali di apprendimento. Possono essere citati altri studi, tra cui figurano anche *SOM (Skidmore, Owings & Merrill)*, *UNStudio* o *MVRDV*. Si può quindi dire che ogni studio di

<sup>9</sup> Il sistema utilizza una rete antagonista generativa (GAN) per apprendere le deformazioni dei laminati e i modelli necessari, generando rapidamente design accurati senza ricorrere a prototipi fisici costosi e lunghi.

<sup>10</sup> Autodesk è un'azienda leader nello sviluppo di software per la progettazione, l'ingegneria e la produzione.

<sup>8</sup> Albena Yaneva vede il "trial and error" come un processo iterativo e dinamico in cui architetti e progettisti esplorano soluzioni attraverso tentativi continui, utilizzando errori come opportunità per affinare le idee progettuali.

architettura, attraverso la ricerca condotta da professionisti interni, sviluppa il proprio modello di intelligenza artificiale; è il caso dello studio SOM, che ha sviluppato un sistema in grado di rilevare gli oggetti e, di conseguenza, di monitorare la formazione o la crescita di crepe. Diversamente, UNStudio utilizza l'intelligenza artificiale per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei processi di progettazione e costruzione, fino ad arrivare all'ottimizzazione degli utenti negli spazi progettati attraverso la raccolta e l'analisi dei dati relativi al comportamento degli occupanti. Al contrario, MVRDV e il suo dipartimento di ricerca "Next" hanno sviluppato un software dal nome "LoRas" che, attraverso un dataset<sup>11</sup>, riesce a restituire una rappresentazione grafica che rispecchia a pieno lo stile dello studio. Come evidenziato dall'architetto e ingegnere Fredy Fortich (membro di MVRDV Next), durante l'incontro "costruire il futuro: l'Intelligenza Artificiale dalla teoria alla pratica" tenutosi alla *Biennale Tecnologia*<sup>11</sup> del 2024, l'intelligenza artificiale basata sulle immagini viene utilizzata in diverse fasi della progettazione; queste spaziano dal puro brainstorming, alla fase di concept, per arrivare ai collage e infine al render.

Quello che emerge dall'esperienza di tutta questa panoramica sull'uso dell'intelligenza artificiale, è che i grandi studi di architettura non utilizzano strumenti disponibili al pubblico. Infatti, un sistema come ChatGPT non viene citato quasi mai, se non per quanto riguarda la fase di brainstorming oppure per la redazione di testi utili alla documentazione del progetto.

<sup>11</sup> Biennale Tecnologia è un evento culturale organizzato dal Politecnico di Torino che esplora il rapporto tra tecnologia, società e sostenibilità attraverso conferenze, mostre e laboratori.

Questa tesi di ricerca si pone quindi in contrapposizione a quanto appena visto; l'idea alla base di questo lavoro è quella di utilizzare strumenti accessibili ad un architetto, senza sconfinare nel lato puramente informatico che riguarda questa grande innovazione dal nome *intelligenza artificiale*.



[Figura 3] Render concettuale che rappresenta un dato di output dalla piattaforma LoRas. (MVRDV Next - LoRas)

## 1.2 ChatGPT

L'intelligenza artificiale sta rivoluzionando il mondo della progettazione architettonica; nello specifico, ChatGPT rappresenta uno strumento innovativo, utile al processo creativo e decisionale. Ma cosa significa comprendere e utilizzare questo strumento? Un primo passo per utilizzare qualsiasi sistema di intelligenza artificiale è approfondirne l'aspetto tecnico attraverso l'utilizzo, la sperimentazione e l'apprendimento: in questo modo è possibile sfruttarne le potenzialità nel progetto architettonico.

Nello specifico, l'architetto può utilizzare ChatGPT come supporto alla pianificazione di spazi, attraverso il brainstorming e la moltitudine di soluzioni offerte.

A fronte di questo rapido incremento nell'uso dell'intelligenza artificiale, è necessario fare una premessa: la conoscenza tecnica, pur essendo fondamentale, non è l'unico elemento per un uso efficace della macchina; ciò che realmente fa la differenza è l'approccio metodologico al sistema. Quindi, l'uso di ChatGPT per attività complesse, come ad esempio la generazione di idee o la progettazione visiva, richiede un approccio basato sul *"trial and error"*.

Allenando il sistema attraverso un'interazione euristica, è possibile avviare un processo di miglioramento progressivo, che va a rendere le risposte della macchina sempre più accurate.

Ma quali elementi tecnici di questa intelligenza artificiale sono davvero utili all'interno di un processo architettonico? Fino a che punto si può affidare ad un software la decisione in merito al progetto senza perderne il controllo? Queste domande hanno portato a riflettere sull'importanza che assume la conoscenza dello strumento di lavoro, sia a livello pratico che teorico.

Solamente attraverso una comprensione approfondita del sistema è possibile utilizzarlo in modo critico e consapevole, superando l'impiego "superficiale" e aprendo la strada a nuove applicazioni, rispondenti alle esigenze del settore.

ChatGPT è un modello linguistico basato sull'architettura *GPT (Generative Pre-trained Transformer)*; questo consente che le risposte ottenute risultino linguisticamente coerenti e naturali. Ma il sistema come può capire e rispondere alle domande poste? Per rispondere a questa domanda è utile capire il funzionamento di ChatGPT. Alla base di questa intelligenza artificiale vi è un deep neural network<sup>12</sup> che elabora il linguaggio naturale; questa rete processa contemporaneamente l'input<sup>13</sup> e l'output<sup>14</sup>, determinando un risultato quanto più veritiero. Questo è reso possibile grazie ad una componente che permette al modello di *"attendere"* delle parole specifiche all'interno della frase. Un esempio è il prompt: *"quali materiali sono consigliabili per un edificio a basso impatto ambientale?"*. Grazie a questo sistema di *"self-attention"* le parole che verranno identificate saranno *"materiali"*, *"edificio"* e *"basso impatto ambientale"*; di

<sup>12</sup> Un Deep Neural Network è un tipo di rete neurale artificiale con più strati nascosti, progettata per apprendere modelli complessi e relazioni dai dati.

<sup>13</sup> L'input è il dato o l'informazione fornita a un sistema, come un computer o un algoritmo, per essere elaborato.

<sup>14</sup> L'output è il risultato generato da un sistema dopo l'elaborazione dei dati forniti in input.

conseguenza, attraverso il collegamento di queste parole, verrà prodotta una risposta che tenga conto di ciò che è estato domandato dall'utente.



Quali materiali sono consigliabili per un edificio a basso impatto ambientale?

Per un edificio a basso impatto ambientale, sono consigliati materiali naturali e sostenibili come legno certificato, canapa e calce, pannelli isolanti in lana, sughero o cellulosa, pietra naturale e riciclata, e mattoni in terra cruda. Questi materiali hanno proprietà isolanti, sono traspiranti, e biodegradabili, riducendo l'impronta ecologica sia nella produzione che nello smaltimento.



Va detto anche che la possibilità di leggere le parole avviene grazie alla “*tokenizzazione*”, ovvero la scomposizione del linguaggio in unità elementari. Questo concetto è alla base di ChatGPT: stabilendo delle relazioni fra i token<sup>15</sup>, il modello riesce a dare significato a più parole all'interno di una frase. ChatGPT opera quindi entro un limite di token, ovvero una quantità definita di parole che il sistema può gestire in una singola interazione; il risultato differisce quindi sulla lunghezza della risposta e sulla sua precisione.

Il modello di intelligenza artificiale viene *addestrato* su diversi insiemi di dati testuali (provenienti da fonti online e manuali); questi

<sup>15</sup> Un token è un'unità elementare di dati, come una parola o un carattere, utilizzata nei modelli di linguaggio per rappresentare testo durante l'elaborazione e l'analisi.

conferiscono una base ampia di conoscenze linguistiche e di contenuti. Successivamente avviene il processo di “*fine-tuning*”, che consente di approfondire compiti più specifici; ciò significa che il sistema viene addestrato attraverso l'uso di dataset<sup>16</sup> mirati. Nell'ambito architettonico questo si traduce in una risposta più precisa rispetto ad argomenti quali normative, materiali o sostenibilità; in altre parole, il fine-tuning consente di ottenere risposte precise sulla base delle richieste che vengono fatte dall'utente.

Infine, l'ultimo elemento per capire il funzionamento tecnico di ChatGPT è il *prompt engineering*<sup>17</sup>. Riguarda la formulazione strategica di domande per guidare il modello verso la generazione di risposte accurate e contestualizzate; di conseguenza, si può affermare che il sistema risponde in modo più efficace quando le richieste sono precise e definite. Quindi, un prompt strutturato, con informazioni e richieste mirate, aiuta il modello a comprendere cosa si sta cercando con esattezza. Questo aspetto è essenziale per ottenere una *generazione di testo* quanto più naturale e fluido, e con la qualità del contenuto al pari delle idee generate da un operatore.

<sup>16</sup> Un dataset è una raccolta strutturata di dati organizzati per analisi o addestramento di modelli AI.

<sup>17</sup> Il prompt engineering è la tecnica di progettare istruzioni precise per ottimizzare le risposte di un modello AI.

## 1.3 Rivet

*Un algoritmo è una procedura composta da una sequenza di istruzioni che consente di raggiungere un risultato specifico a partire da una situazione iniziale definita.  
(Peres, 2020)*

La nostra ricerca di uno strumento è iniziata con la seguente domanda: esistono strumenti che si possono integrare con ChatGPT? In un contesto lavorativo, di ricerca e di gestione di dati complessi, questi strumenti potrebbero essere estremamente utili. *Rivet AI* di *Ironclad* unisce intelligenza artificiale e programmazione per aiutare il processo di automazione; si tratta di un ambiente di *programmazione visuale (VPL)* basato su *modelli linguistici di grandi dimensioni (LLM)*<sup>18</sup>, ideato per creare, testare e perfezionare prompt attraverso un'interfaccia grafica intuitiva.

Rivet consente di creare algoritmi composti da *catene di prompt*, in cui ogni nodo rappresenta una conversazione con un modello LLM; in questo modo è possibile mappare ragionamenti e flussi di pensieri per poterli automatizzare e reiterare. La forza di Rivet è nella sua tecnologia che permette di utilizzare modelli come ChatGPT, Gemini e Llama; questi sistemi hanno database

strutturati e permettono di gestire molti dati contemporaneamente.

La possibilità di utilizzare diversi motori di intelligenza artificiale amplifica il potenziale di Rivet; questo rende il software estremamente versatile, permettendo di approcciarsi a questo mondo anche senza approfondite conoscenze informatiche.

Il Visual Programming Language (VPL) è un linguaggio che consente la programmazione tramite elementi grafici, a differenza dei sistemi che richiedono la scrittura di un codice informatico; nello specifico, Rivet è stato progettato per facilitare la creazione di assistenti basati sull'intelligenza artificiale.

Perché approcciare ad un sistema del genere? La risposta è immediata: conversare con ChatGPT o qualsiasi altro modello generativo aiuta nelle fasi lavorative; l'aspetto critico, però, risiede nel fatto che è necessario effettuare molte modifiche o ripetere determinate funzioni per ottenere un risultato coerente. Diversamente, Rivet permette di chattare con un modello di intelligenza artificiale integrato, il quale viene scelto dall'utente; questo consente di ottenere delle risposte automatiche ai prompt, che possono essere disposti in successione e con richieste differenti.

In una qualsiasi conversazione con un sistema *text to text*<sup>19</sup>, chiedendo per esempio il meteo della giornata, la risposta che otterremmo potrebbe essere *"soleggiato"*. Successivamente, potremmo inserire un

<sup>18</sup> Un LLM (Large Language Model) è un modello AI addestrato su grandi quantità di testo per comprendere e generare linguaggio naturale.

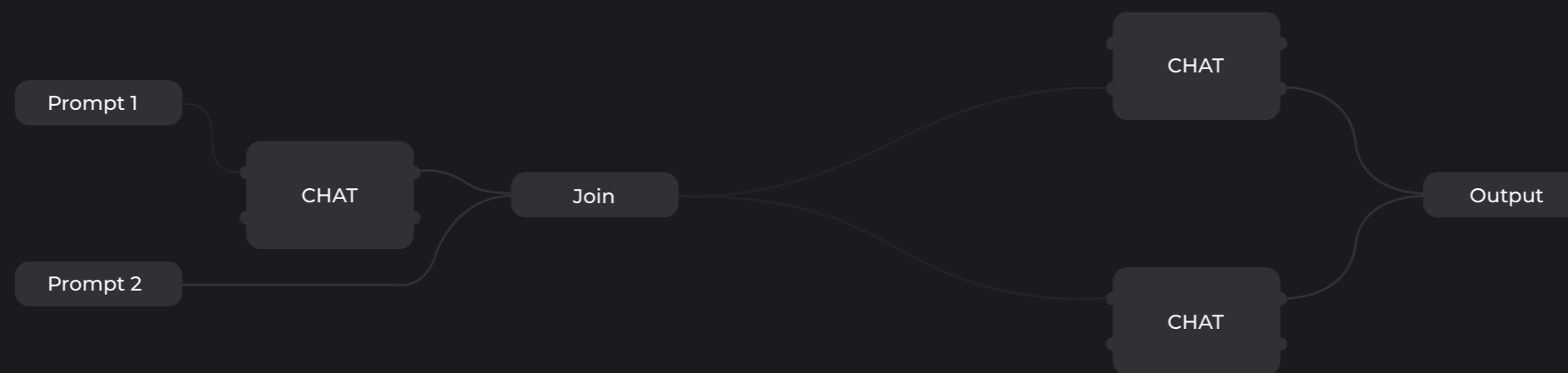
<sup>19</sup> Il text-to-text è un modello AI che trasforma un testo di input in un testo di output, eseguendo compiti come traduzione o riassunto.

ulteriore prompt: “cosa mi consigli di indossare?”; potremmo ottenere come risposta “gli occhiali da sole”. Nonostante questa conversazione sia breve, è possibile evidenziare come le alternative alla risposta “soleggiato” possano essere molteplici. Per realizzare un algoritmo che tenga traccia di tutte le alternative, consigliandoci sempre la soluzione migliore, avremmo bisogno di ipotizzare ogni possibile casistica. Un ChatBot<sup>20</sup> *user friendly* come può essere ChatGPT permette invece di ottenere una risposta attraverso la generazione di due semplici prompt; questi, possono essere poi reiterati, implementando la conversazione e indirizzandola verso l’interesse dell’utente.

A questo punto dove risiede il vantaggio di Rivet essendo un sistema basato sugli algoritmi? Un prompt realizzato all’interno di questa piattaforma è composto da “nodi”; ognuno di essi è composto da una chat con un sistema di intelligenza artificiale in rete. Di conseguenza, il risultato che si

ottiene è un sistema dove ChatGPT interroga sé stesso sulla base delle istruzioni che vengono dettate a monte. Il ruolo dell’utente è quindi quello di “guidare” il sistema attraverso l’inserimento di “*system prompt*”<sup>21</sup>. In questo modo, è possibile osservare in tempo reale il funzionamento dell’assistente AI, seguendo passo dopo passo il flusso dei dati e le risposte ottenute. Nel caso in cui un nodo non produca il risultato atteso, è possibile intervenire per modificare i parametri e ottimizzare la precisione della risposta; questo è fattibile grazie ad un sistema di “*debugging visivo*”<sup>22</sup>, che procede fino all’individuazione dell’errore. Questo processo di continua iterazione consente di perfezionare il comportamento dell’assistente intelligente, riducendo il tempo di sviluppo e adattando il sistema alle proprie esigenze.

Dopo questa premessa, in che fase del progetto architettonico potrebbe inserirsi Rivet? Avendo la possibilità di usare diversi motori di intelligenza artificiale, le sue



[Figura 4] Rappresentazione schematica di un sistema VPL.

<sup>21</sup> Il system prompt è un’istruzione iniziale fornita a un modello AI per definire il contesto e il comportamento nelle interazioni successive.

<sup>22</sup> Il debugging visivo utilizza strumenti grafici per analizzare e correggere errori nel codice, visualizzando il comportamento del programma in tempo reale.

<sup>20</sup> Un chatbot è un programma AI progettato per simulare conversazioni umane, utilizzato in assistenza clienti, intrattenimento o automazione di attività.



capacità possono cambiare in funzione delle richieste progettuali. Vista la configurazione del programma, potrebbe essere utile in tutte le fasi in cui i dati e le informazioni guidano la scelta del progettista. Nel caso in cui la fase di analisi sia complessa, un modello che ha l'accesso web integrato può sicuramente dare un risultato migliore. Diversamente, nei casi in cui serva un concept, è possibile integrare all'interno di Rivet un sistema quale Dall-E<sup>23</sup> per ottenere un'immagine a seguito dei prompt. Nel caso in cui serva creare un'interazione tra i dati, sicuramente un buon contributo potrebbe arrivare da ChatGPT.

In conclusione, questo programma permette di scomporre i diversi compiti che sussistono nel mondo architettonico e che, molte volte, potrebbero essere implementati e automatizzati per ottenere dei risultati precisi e rapidi. Tuttavia, questo è un processo che richiede tempo, in quanto il progettista deve porsi le giuste domande rispetto alla fase progettuale in cui si trova, per ottenere il miglior esito. La potenzialità di Rivet risiede quindi nella semplicità di utilizzo, permettendo a chi non ha basi a livello di programmazione informatica la creazione di piccole automazioni.

<sup>23</sup> DALL-E è un modello AI che genera immagini a partire da descrizioni testuali, combinando linguaggio e visione artificiale.



02

Centro di  
Ricerca Nazionale per  
l'Intelligenza Artificiale

## 2.1 La controversia

Il processo che ha portato nel maggio 2024 all'inaugurazione della fondazione "AI4Industry" nasce in realtà molto tempo prima. Nel 2016, Chiara Appendino era la sindaca di Torino; nella sua giunta figurava il nome di Paola Pisano, una docente e ricercatrice del dipartimento di informatica di Torino, oltre che assessora all'innovazione della città. Nel 2018, con l'ascesa al governo del Movimento 5 Stelle, l'allora assessora diventa ministra dell'innovazione; per tutto il suo mandato promuove l'idea di fare un centro nazionale sull'intelligenza artificiale e di farlo proprio a Torino. Questa idea ha comportato non pochi dibattiti. In Italia, il baricentro della conoscenza robotica e sull'impatto sociale dell'intelligenza artificiale è Pisa; inoltre, la città ospita anche il CNR<sup>24</sup> e, la presidente di questo centro di ricerca, Maria Chiara Carrozza, è anch'essa di Pisa. Questa figura si è battuta diverse volte contro l'idea di posizionare il centro a Torino.

Dopo un lungo periodo senza notizie di questo centro, causato dalla pandemia, ha inizio realmente la controversia. Nel 2020, l'allora MISE<sup>25</sup> pubblicò un documento elaborato da un gruppo di esperti, intitolato "proposte per una strategia italiana per l'intelligenza artificiale". Aumenta l'interesse intorno a questo centro di ricerca e, don Luca Peyron<sup>26</sup>, candida attraverso un post su Facebook la città di Torino come sede del progetto. Nello stesso

<sup>24</sup> Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) è un ente nazionale di ricerca a competenza scientifica generale, dedicato all'avanzamento della scienza e al progresso del Paese.

<sup>25</sup> Il ministero dello Sviluppo economico (oggi Ministero delle imprese e del made in Italy) ha il compito di supportare e sostenere le imprese nonché di tutelare la qualità, l'innovazione e l'eccellenza del Made in Italy.

<sup>26</sup> Don Luca Peyron, presbitero diocesano, è direttore della Pastorale Universitaria di Torino; inoltre, coordina il servizio per l'Apollato Digitale.

«Intelligenza artificiale  
Torino si candida  
"Qui il polo nazionale"»

La Repubblica,  
07/07/2020

«Intelligenza artificiale  
Torino vince la scommessa»

La Stampa,  
04/09/2020

«Torino, la città designata a  
diventare la principale sede dell'I3A  
e Milano, la città candidata ad  
ospitare la sede del Tribunale  
Unificato dei Brevetti»

Interpatent,  
07/09/2020

«Intelligenza artificiale,  
la viceministra Castelli: "Il polo  
nazionale sarà a Torino"»

La Repubblica,  
25/04/2021

«Di sostegni bis: ok a Centro italiano  
di ricerca per l'automotive, sede a  
Torino»

Il Sole 24 Ore,  
08/07/2021

«Il centro per l'intelligenza artificiale  
non sarà a Torino»: polemica per  
l'annuncio della ministra Messa.  
Che dice: «Nessun equivoco»

Il Fatto Quotidiano,  
28/05/2022

anno, il governo sceglie definitivamente Torino come sede e, attraverso una decisione politica, si promuove Milano come sede alternativa a Londra per il tribunale dei brevetti. Nasce quindi l'I3A, *Istituto Italiano per l'Intelligenza Artificiale*, un centro nel quale confluisce tutta l'intelligenza artificiale, non solo gli ambiti quali l'automotive e l'aerospazio, come si legge dallo statuto. Il budget di spesa annuale viene fissato a 80 milioni.

Nel 2021, durante la pandemia, viene approvato un Decreto-legge poi convertito nella Legge n.106/2021 *“misure urgenti connesse all'emergenza da COVID-19, per le imprese, il lavoro, i giovani, la salute e i servizi territoriali”*. In particolare, l'articolo 62-bis è intitolato proprio al *“centro italiano di ricerca per l'automotive”*; come descritto in questo articolo, l'obiettivo del centro dev'essere quello di *“incrementare la ricerca scientifica, il trasferimento tecnologico e più in generale l'innovazione del Paese nel settore dell'automotive e di favorire la sua ricaduta positiva nell'ambito dell'industria, dei servizi e della pubblica amministrazione”*. Inoltre, viene sottolineato che la sede sarà nella città di Torino e il budget viene drasticamente diminuito, arrivando agli attuali 20 milioni.

Nel frattempo, cade il governo; con l'insediamento di Draghi la controversia si riaccende. Portare il centro di ricerca a Torino significa togliere delle risorse economiche che potrebbero essere destinate al CNR di Pisa. L'allora ministra dell'università e della ricerca Maria Cristina Messa, sostenuta da Maria Chiara Carrozza, si schiera subito contro Torino. Nel

**«Lo Russo: «L'I3A non esiste, a Torino un centro di ricerca per l'automotive»**

La Stampa,  
29/05/2022

**«Torino non ha “perso” il centro per l'intelligenza artificiale, non ha mai davvero giocato la partita»**

Corriere della Sera,  
30/05/2022

**«Rivoluzione a Torino: I3A, il progetto che trasforma la città nel centro nazionale dell'intelligenza artificiale»**

Corriere della Sera,  
30/05/2022

**«La rivolta di Torino per la mancata attribuzione del centro nazionale per l'AI»**

Mediability,  
30/10/2023

**«Intelligenza artificiale, sede a Torino ma a guidarla sarà un prof milanese»**

Lo spiffero,  
30/04/2024

**«Nasce Fondazione Ai4Industry. Giorgetti: presidiare intelligenza artificiale per sviluppo industriale»**

MEF,  
03/05/2024

2022, in occasione di una conferenza tenutasi proprio a Torino, la ministra dichiara che, *“se Torino vuole il centro allora deve candidarsi e partecipare ad un bando”*. Le numerose controversie, i dubbi, i malintesi e i dibattiti, prolungati fino all'estate dello stesso anno, fanno tramontare definitivamente l'idea di questo centro, la cui fondazione rimane senza sede e senza statuto.

La controversia, dopo essersi arenata, riparte nel 2023, con il governo Meloni. Il ministro delle Imprese e del Made in Italy Adolfo Urso, presente alla cerimonia di inaugurazione dell'anno accademico del Politecnico di Torino, si inserisce nel discorso dell'allora Rettore Guido Saracco, affermando: *“abbiamo finalmente definito lo statuto che permetterà di attivare subito il centro e darà impulso all'attività di Torino e alla sua capacità di guidare il processo di trasformazione che non deve intimorirci”*<sup>27</sup>. La direzione cambia nuovamente: il centro è già finanziato, lo statuto è definito e quindi lo si può rendere operativo da subito.

Questa situazione stimola la reazione delle testate giornalistiche, dove vengono proposte alcune sedi per il centro di ricerca. In particolare, viene pubblicato sul giornale *“informa-disabilità”* l'articolo: *“Torino, parte il centro nazionale per l'Intelligenza artificiale. La sede alle OGR<sup>28</sup> con 100 ricercatori”*. Il centro è quindi tornato in auge ma con un nome differente dal conosciuto I3A; nascono il *“Centro Italiano di Ricerca per l'automotive e l'aerospazio”* e la fondazione *“Ai4Industry”*, composta da un comitato scientifico di 15 membri scelti dal

<sup>27</sup> Intervento del Ministro Urso durante la cerimonia di inaugurazione dell'anno accademico 2023/2024 del Politecnico di Torino.

<sup>28</sup> Le Officine Grandi Riparazioni sono un complesso industriale di fine Ottocento situato a Torino, ad oggi sede di Start-Up, spazi di co-working oltre che area eventi.

consiglio di sorveglianza, tra i più esponenti e qualificati dell'automotive e dell'aerospazio.

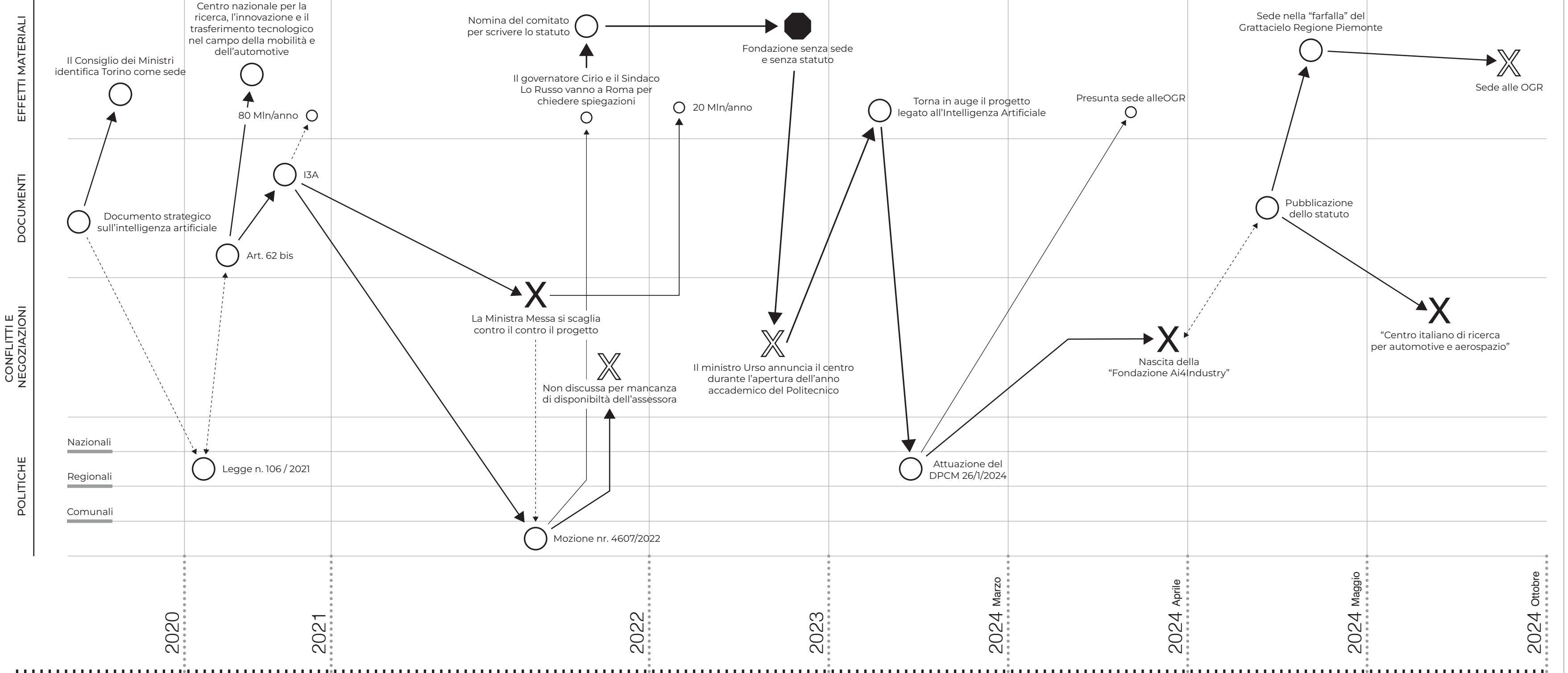
Infine, l'evento di svolta si ha il 30 aprile 2024, a ridosso dell'apertura della campagna elettorale per le votazioni del nuovo presidente della Regione Piemonte. Diversi quotidiani pubblicano articoli in merito al centro; in particolare, Torino Cronaca scrive: *“Intelligenza artificiale: il nuovo centro a Torino, tre ministri per il taglio del nastro – L'appuntamento per venerdì 3 maggio al Museo del Risorgimento”*. Nella stessa giornata anche la testata giornalistica *“Lo Spiffero”* pubblica: *“Intelligenza artificiale, sede a Torino ma a guidarla sarà un prof milanese”*. Attraverso questi articoli si arriva alla figura di Fabio Pammolli, economista e consigliere del Ministro dell'economia e delle finanze dell'Italia Giancarlo Giorgetti. Ancora una volta la stampa si scaglia contro il presidente della fondazione, ritenuto una figura *“poco inserita nel tessuto piemontese rispetto a Guido Saracco”*.

La controversia arriva quindi nella sua fase finale. L'idea di un centro legato all'intelligenza artificiale sembra svanire attraverso il centro italiano di ricerca per l'automotive e l'aerospazio. In realtà, il progetto è ancora incentrato sull'intelligenza artificiale e, come si legge nelle dichiarazioni del presidente durante l'*Italian Tech Week*<sup>29</sup>, uno degli obiettivi principali è la creazione di un *“High-Performance Computing, con capacità di generare applicazioni as a service”*. Ciò che rimane ancora incerta è la sede del centro, che mira a trovare un proprio spazio per potersi sviluppare.

<sup>29</sup> L'Italian Tech Week è un evento annuale dedicato all'innovazione e alla tecnologia, che riunisce esperti, imprenditori e aziende per discutere tendenze, sfide e opportunità del settore tecnologico in Italia e nel mondo.

### LEGENDA

- Evento/Azione di primaria importanza (in relazione al processo) in una successione casuale
- Evento/Azione di secondaria importanza (in relazione al processo) in una successione casuale
- Relazione diretta di causa-effetto di importanza primaria
- Arresto di un processo
- ↔ Implicazioni tra gli eventi/azioni senza relazione di causa-effetto
- - - - - Relazione indiretta di causa-effetto
- Relazione diretta di causa-effetto di importanza secondaria
- X Controversia generata in un contesto informale o imprevista
- X Controversia generata in un contesto formale di governance (deviazione del processo)



## 2.2 Gli attori

All'interno di un processo complesso, articolato e soprattutto incerto, come la creazione del centro nazionale di ricerca per l'intelligenza artificiale, il ruolo degli attori si è rilevato fondamentale per la comprensione e il progresso del progetto. Con il termine "attori" non si fa riferimento solamente alle figure istituzionali o politiche, ma include anche una serie di soggetti che, attraverso la loro influenza o posizione strategica, sono in grado di orientare le scelte e le dinamiche decisionali. Come afferma Aldo Rossi, *"la città si evolve non solo attraverso gli edifici, ma attraverso le stratificazioni della memoria e delle decisioni umane"* (Rossi, 1966). Analogamente, i progetti complessi come questo centro di ricerca si sviluppano grazie all'intervento di attori che lasciano delle tracce indelebili all'interno del processo decisionale.

In questo processo possono essere distinti attori formali e informali; i primi sono quelli che ricoprono dei ruoli istituzionali o direttivi all'interno di organi governativi, università o enti coinvolti nel progetto. Tra questi può essere citato il Ministro per le imprese e del Made in Italy Adolfo Urso, il quale (come indicato nel capitolo precedente) ha giocato un ruolo chiave nella ripartenza di questo progetto. Gli attori informali, invece, sono quelle figure che nonostante non abbiano una posizione di potere ufficiale, possiedono

altresì una profonda conoscenza del contesto, al punto tale da influenzare le decisioni tramite consulenze, opinioni o reti di relazioni. Tra questi si trova la figura del già citato don Luca Peyron, il quale battendosi affinché questo centro di ricerca venisse realizzato a Torino, riuscì in parte ad influenzare il contesto mediatico formatosi attorno al progetto.

Va sottolineato che gli attori non si limitano ad essere coloro che hanno preso decisioni politiche o operative. Molte delle informazioni che hanno influenzato il nostro processo di ricerca non erano accessibili attraverso i canali pubblici; questi dati sono emersi attraverso degli incontri informali, interviste e incontri con i protagonisti (in parte secondari) di questo progetto. Nel nostro caso, il contributo degli attori informali è diventato essenziale per comprendere le dinamiche dietro la realizzazione di un progetto così importante e innovativo; essi, hanno permesso di comprendere un quadro più articolato e concreto rispetto a quello che emerge unicamente dai documenti ufficiali.

All'interno di questo progetto gli attori istituzionali hanno influito in maniera diretta rispetto alle scelte strategiche, finanziarie e politiche. In particolare, come citato in precedenza, il Ministro Urso è stato un attore di primaria importanza, garantendo il supporto istituzionale per la realizzazione del centro. Accanto al ministro per le imprese e del Made in Italy si sono affiancati il Ministro dell'economia e delle finanze Giancarlo Giorgetti e la ministra dell'università e della ricerca Anna

Maria Bernini. Fondamentali anche le figure del sindaco di Torino Stefano Lo Russo e del Presidente della Regione Piemonte Alberto Cirio. La collaborazione tra queste figure, in particolare quella dei ministeri, ha facilitato l'accesso ai fondi pubblici necessari per l'avvio dell'attività; ciò ha permesso di porre le basi per la costituzione di un'infrastruttura che deve competere a livello internazionale.

Di non minore importanza sono gli attori accademici, i quali rivestono un ruolo fondamentale all'interno di un progetto complesso come quello in analisi. In particolare, le università locali come il Politecnico di Torino e l'Università di Torino, rappresentano un elemento chiave, utile a costruire reti scientifiche e a trasferire le competenze tecniche nel campo dell'intelligenza artificiale. Si può quindi affermare che, la collaborazione tra le università e le industrie, è fondamentale per la buona riuscita di questo centro di ricerca, oltre che indispensabile per sviluppare un ecosistema basato sull'innovazione. Un esempio è costituito dal Politecnico di Torino e dai numerosi accorsi stipulati in ambito automotive e aerospazio.

Quindi, in un contesto come quello dell'intelligenza artificiale, dove l'innovazione e i cambiamenti sono all'ordine del giorno, è indispensabile la presenza del supporto accademico, anche al fine di poter cogliere le opportunità future. L'università assume quindi il ruolo di un "hub di innovazione", capace di incidere profondamente sullo sviluppo di un'infrastruttura tale.

Il primo incontro è avvenuto ad aprile con l'ex Rettore del Politecnico di Torino, Guido Saracco; attraverso il suo racconto siamo entrati nel vivo della controversia che si cela dietro questo progetto. Di seguito gli estratti principali dall'incontro:

Come nasce questo centro? Quali sono le condizioni e i limiti al contorno?

Intervistatore

*Qualche anno fa era sindaca di Torino Chiara Appendino; in quegli anni, Paola Pisano (docente di informatica e ricercatrice del dipartimento di informatica dell'Università di Torino) era l'assessora all'innovazione. Con l'ascesa al governo del Movimento 5 stelle, insieme alla Lega, Paola Pisano diventa ministra dell'innovazione; porta avanti il concetto di fare un centro nazionale sull'intelligenza artificiale nella sua città d'origine. I problemi sorgono dal punto di vista scientifico, in quanto a Pisa c'è il baricentro della conoscenza italiana sulla robotica e sull'impatto sociale dell'intelligenza artificiale; inoltre, il CNR è a Pisa.*

Prof. Saracco

Quali sono gli ambiti di interesse di questo centro?

Intervistatore

*Gli ambiti di interesse sono l'industria 4.0, l'aerospazio e l'automotive. La città di Torino sta resistendo al ritirarsi delle grandi aziende come Stellantis. Il Politecnico ha dato un impulso andando a costruire la città dell'aerospazio in corso Marche; inoltre, a Mirafiori si andranno a creare 20mila metri quadrati di laboratori, aule e spazi per le start-up. Le tre aree di forza*

Prof. Saracco



*devono avere delle cittadelle molto vicine al Politecnico, in quanto è già impegnato nella manifattura 4.0; inoltre, ogni anno il Politecnico laurea circa 300 ingegneri spaziali.*

Intervistatore Come avviene il passaggio da 80 milioni a 20 milioni? Cosa si fa con questa cifra?

Prof. Saracco *Il passaggio avviene ancora con Paola Pisano ministra; i 20 milioni sono una cifra concordata dalla ministra per riuscire a portare il centro a Torino. Una condizione necessaria per i centri di ricerca nazionali è che il territorio metta i muri e che la disponibilità sia immediata; è un aspetto molto importante, non si può aspettare la costruzione di una sede per partire. Ciò non esclude che in futuro venga costruita. Per far partire il centro bisogna assumere il personale; se non si pagano le spese d'affitto, metà del finanziamento è destinato a pagare gli stipendi, l'altra metà per coprire le spese legate alle apparecchiature e alle utenze.*

Intervistatore Come avverrà la partenza di questo centro?

Prof. Saracco *Idealmente ci sarà una dinamica di popolamento che durerà qualche anno; bisogna quindi trovare un posto che garantisca di potersi espandere negli anni. La sede definitiva, quindi, potrà essere progettata altrove e potrà essere realizzata apposta per ospitare questa funzione; tutto dipende da come il centro si svilupperà e sulla base di quante persone verranno attratte. Non si arriverà alla massima estensione nel luogo che incuberà questo centro; non bisogna aver fretta di completare tutto subito per evitare*

*di portarsi dietro errori. Successivamente la progressione; durante gli anni si potranno vincere dei bandi e aver modo di assumere persone, arrivando anche ad avere centinaia di persone.*

Allo stesso modo, attraverso le parole del Rettore attuale del Politecnico di Torino, Stefano Corgnati, in un dibattito intitolato "Tra innovazione e competitività: le PMI sfidano il futuro", tenutosi nella Biennale Tecnologia del 2024, il Rettore Corgnati, insieme al presidente della camera di commercio di Torino Dario Gallina, hanno parlato chiaramente di questo centro, fornendo l'idea di una visione strategica che deve essere in grado di attrarre risorse e collaborazioni a livello internazionale, consolidando al contempo il legame tra le università e le PMI locali.

L'intelligenza artificiale, questa questione enorme, potrebbe essere il motore per far partire questo innovation playground? La creazione di questo luogo potrebbe essere il punto di partenza?

Intervistatore

*Quella dell'intelligenza artificiale deve, spero ormai a brevissimo, essere in qualche modo formalizzata dalla partenza di questo nuovo importante centro sull'intelligenza artificiale. Immagino che, inizialmente, non andrà ad essere collocato lontano da qui (dal Politecnico) e nella mia immaginazione sarà un luogo dove si fa proprio questo (innovazione). Secondo me questo centro riuscirà a partire anche molto più velocemente degli altri, perché con saggezza dovrà essere collocato in un luogo esistente*

Rettore Corgnati

*e perché le tecnologie di tutta la grande famiglia delle “innovation communication technology”, di cui l’intelligenza artificiale è la punta, hanno una necessità infrastrutturale meno esigente rispetto alle altre. Se io devo fare una infrastruttura di ricerca sui nuovi biofuel, ho bisogno di tempi realizzativi diversi rispetto al centro per l’intelligenza artificiale, che ha bisogno di luoghi infrastrutturati in maniera meno pesante. Sono certo che il centro partirà il prima possibile e spero con una grande presenza del Politecnico di Torino.*

Infine, l’incontro avuto con don Luca Peyron, ci ha permesso di discutere nuovamente sulla controversia, andando a chiarire determinati aspetti che erano stati travisati dalle testate giornalistiche. Di seguito gli estratti principali dall’incontro:

- Intervistatore Come nasce la proposta di candidare Torino come sede del centro di ricerca nazionale per l’intelligenza artificiale?
- Don Luca Peyron *Allora, la proposta nasce nel 2020; nel maggio/ giugno viene pubblicata la “strategia italiana per l’intelligenza artificiale”. Io, il 4 luglio 2020, faccio un post su Facebook in cui candido Torino a diventare il centro italiano per l’intelligenza artificiale – I3A; qui confluisce tutta l’intelligenza artificiale su qualsiasi tema e ambito.*
- Intervistatore Come si è evoluto il progetto nei mesi successivi?
- Don Luca Peyron *Il governo Conte a settembre assegna a Torino il centro italiano per l’intelligenza artificiale.*

*Contemporaneamente assegna a Milano il candidarsi a diventare la sede alternativa a Londra per il tribunale dei brevetti. Da questo momento in poi il problema diventa di carattere politico perché questo centro muove dei soldi che, in questo caso, finiscono a Torino.*

Com’è avvenuto il passaggio da I3A al centro di ricerca per l’automotive e l’aerospazio?

Intervistatore

*Dopo diversi tira e molla, governi che cadono, governi che risorgono e nuovi governi che nascono, il centro è rinato con un etichetta diversa; al centro italiano per l’intelligenza artificiale vengono aggiunti l’automotive e l’aerospazio.*

Don Luca Peyron

Il centro, in questo momento, ha sede al grattacielo della regione. L’idea è quella di partire in un edificio esistente o di realizzare un edificio ex novo?

Intervistatore

*Si hanno 20 milioni di euro all’anno di finanziamento, non si possono spendere 40 milioni per creare una sede da zero. Ci sono tanti edifici, c’è il palazzo delle poste, si possono prendere due piani di un grattacielo, un pezzo delle OGR; una cosa ex novo costa troppo e, in più, il centro deve essere operativo subito. Doveva già essere operativo quattro anni fa, non posso renderlo operativo tra altri cinque anni per costruire una sede da zero. Deve essere un progetto di riqualificazione urbana senza amianto, non come il palazzo RAI che doveva essere la sede di I3A. Quello che è importante è che sia uno spazio scalabile.*

Don Luca Peyron

Intervistatore

Quali sono le aree di interesse di questo centro di ricerca? In che ambito interviene l'intelligenza artificiale?

Don Luca Peyron

*Questo centro ha quattro compiti: è l'ente regolatore sull'intelligenza artificiale, è un polo culturale, si occupa del firmware e infine fa da connettore tra i grandi competitor del mercato. L'ente regolatore avrà bisogno sicuramente di personale ma per il firmware il discorso è diverso; funziona come l'agenzia spaziale italiana, che riceve dei fondi e decide a chi darli per avviare la produzione. Quindi questa parte sarà tutta in outsourcing. La parte culturale deve fare convegni, si occupa dell'amministrazione e del controllo. Invece, per quanto riguarda il centro come "connettore", servirà proprio per connettersi con i grandi player; se il centro assume importanza non c'è da stupirsi nel vedere una parte di Samsung coinvolta in questo centro. Il centro deve essere quindi in un posto che attorno a sé ha tutti degli spazi occupabili e deve essere flessibile. Per questo deve essere vicino a qualsiasi sistema di trasporto.*

Quello che emerge dagli incontri con i diversi attori è come vi sia l'esigenza di partire velocemente, senza aspettare la costruzione di un nuovo edificio; quest'ultimo, potrà essere realizzato nel tempo. L'aspetto principale di queste interviste è stato quello di chiarire lo sviluppo della controversia, dato che, come accennato in precedenza, molte notizie giunte da questi "testimoni" non erano accessibili direttamente.

## 2.3 Le richieste progettuali

Le decisioni politiche alla base della fondazione AI4Industry sono state influenzate da una pluralità di interessi. La complessità del contesto in cui questo progetto si inserisce, ha reso evidente come le scelte siano una continua negoziazione. In primis, il governo ha visto in questo centro la possibilità di posizionarsi come leader europeo. A livello locale, invece, il progetto è stato visto come un'opportunità di rilanciare la città di Torino attraverso nuovi investitori.

Un contesto così incerto e complesso ha evidenziato come gli attori debbano mediare tra le istanze per la riuscita del processo. Spesso le dinamiche tra gli attori coinvolti in questo processo non sono state rese pubbliche; inoltre, la scarsa reperibilità di informazioni ha indotto gli stessi giornalisti ad errori o supposizioni, alimentando il clima di incertezza e sfiducia che si era già creato attorno a questo centro di ricerca. A fronte di questi problemi, gli incontri con i protagonisti diretti o indiretti di questo processo hanno rivelato dettagli non inclusi nella documentazione ufficiale. Ciò ha permesso di avere un quadro più ampio e complesso delle dinamiche operative e delle richieste progettuali.

Nell'incontro con il Professor Saracco, il primo in ordine cronologico, sono emerse le prime richieste progettuali. Dal momento che si

tratta di un centro nazionale, la richiesta che assume maggior importanza è quella del posizionamento di questo centro all'interno della città; l'area deve essere facilmente raggiungibile sia dall'aeroporto, sia dalla ferrovia. Secondo Saracco è importante che questo centro sia collocato nella prima cintura di Torino, andando a scartare aree proposte dalle testate giornalistiche che citavano l'ex fabbrica Olivetti di Ivrea. Inoltre, l'area dove far sorgere questo centro deve essere ben collegata dai mezzi di trasporto, sfruttando principalmente la linea 1 della metropolitana, il nuovo passante ferroviario Torino – Ceres e, eventualmente, le nuove linee di trasporto in progetto.

Con il Professor Saracco si è anche discusso in merito alla possibile sede che, come ha sottolineato, non può essere collocata nel perimetro stretto di qualsivoglia università di Torino. Tra i diversi edifici compaiono le OGR, già citate dalla stampa locale; figurano poi il grattacielo Intesa San Paolo e il grattacielo Rai, ipotizzando un possibile insediamento in due o più piani di questi due edifici. Infine, l'area di Mirafiori, dov'è già presente il Competence Center 4.0<sup>30</sup>. Quello che emerge da questo incontro è la volontà di insediarsi rapidamente in uno spazio esistente, in modo tale da poter dare vita a questo centro di ricerca; successivamente, l'idea è quella di spostarsi in uno spazio costruito appositamente e sulle esigenze della committenza.

Da queste idee relative al progetto emerge la volontà di posizionarsi dov'è già presente

un *ecosistema*, oppure un'area propensa ad evolversi in direzione delle *Smart Cities*, arrivando ad ospitare le start-up legate all'intelligenza artificiale. Quest'ultimo punto potrebbe avvantaggiare un interscambio di competenze e di ricercatori, magari nei pressi delle università. In conclusione, i punti chiave relativi a questo progetto riguardano la facilità ad essere raggiunto, l'attrattività del luogo e, soprattutto, la possibilità di radicare i talenti nel tessuto torinese. Un effetto secondario di questo centro, infatti, è quello di generare investimenti che possono provenire dalle fondazioni, dalle banche o dalle università.

Durante il dibattito "*Tra innovazione e competitività: le PMI sfidano il futuro*", tenuto da Filomena Greco<sup>31</sup>, Dario Gallina<sup>32</sup> e dal Rettore del Politecnico di Torino Stefano Paolo Corgnati, in occasione della Biennale Tecnologia del 2024, emerge ancora una volta come l'ecosistema sia un punto fondamentale per lo sviluppo di questo centro e della città. Un elemento chiave, citato durante questo dibattito, è la volontà di creare un "*innovation playground*", un luogo aperto dove le diverse figure coinvolte portano la loro esperienza e si uniscono per "*giocare la partita insieme*".

Nell'idea proposta dal Rettore Corgnati questi spazi devono unire studenti, ricercatori e professionisti delle PMI, affinché il centro di ricerca possa rendere l'innovazione alla portata di tutti; diversamente le PMI italiane rischiano di non poter affrontare l'innovazione, in quanto è un investimento che richiede attività e servizi.

<sup>30</sup> Il Competence Center 4.0 di Torino, guidato dal Politecnico di Torino, è un hub dedicato a supportare le imprese nell'adozione di tecnologie avanzate dell'Industria 4.0, offrendo formazione, consulenza e progetti innovativi.

<sup>31</sup> Filomena Greco lavora come corrispondente del Sole 24 Ore nella redazione di Torino.

<sup>32</sup> Dario Gallina è il presidente della Camera di Commercio di Torino.

Allo stesso modo, il presidente Gallina immagina questi spazi aperti come luogo di incontro e interscambio; in aggiunta a quanto già detto dal Rettore Corgnati, Gallina prevede l'assenza di barriere tra le diverse figure coinvolte, al fine di accrescere il livello di competitività. Servono pochi luoghi che devono essere molto specializzati sui temi di interesse. Gallina sottolinea come in questi luoghi lavorino a stretto contatto gli studenti, le aziende e le start-up; serve quindi molto spazio, perché non c'è solo lo smart-working, ma c'è l'interscambio. Inoltre, il luogo dove posizionarsi è molto importante, fa crescere la società, il quartiere e la città. Al termine dell'incontro, il Rettore Corgnati sottolinea ancora una volta un aspetto già citato dal professor Saracco: occorre posizionarsi in un luogo esistente per godere di una propria sede autonoma.

Nell'ultimo incontro, quello con don Luca Peyron, il dibattito si è incentrato maggiormente sul luogo dove far insediare questo centro di ricerca. Peyron ha da subito proposto alcuni edifici già citati, come le OGR o il grattacielo Intesa San Paolo, introducendo ad un nuovo tema. Costruire un edificio ex novo comporta un aumento di costi e tempistiche; la sede proposta nella prima fase di questa controversia, quando il progetto era ancora intitolato I3A, era il grattacielo RAI, idea scartata a seguito della presenza di amianto. Emerge quindi una nuova proposta: il palazzo delle poste, situato in via Nizza; questo edificio presenta dei vantaggi, infatti è uno spazio scalabile che, nell'evenienza, può

vendere porzioni o piani dell'edificio ai grandi competitor di questo tema. Ancora una volta viene citata l'importanza dell'ecosistema che deve nascere attorno al centro di ricerca nazionale per l'intelligenza artificiale. In conclusione, Peyron mette l'accento su un fattore chiave: i fondi di questo centro; posizionare questo centro nel grattacielo Intesa San Paolo taglierebbe fuori dal mercato una parte importante di investimenti, solamente per il conflitto di interessi. Allo stesso modo, l'area di Mirafiori penalizzerebbe questo centro, associandogli l'etichetta FIAT.

Si può quindi affermare che gli attori coinvolti in questo processo condividano alcune idee rispetto al progetto. Ognuno di loro ha proposto una propria visione del centro ma quello che accomuna tutti i racconti, è il problema relativo alla sede. Come testimoniato dalla stampa, ad oggi questo centro si trova ad occupare una porzione del grattacielo della Regione Piemonte. Il *problema* che invece mettono in luce gli attori è l'assenza di una sede definitiva, nella quale il centro possa svilupparsi e dar vita al proprio ecosistema.



03

Affrontare la  
controversia

## 3.1 Come si può affrontare la controversia?

Analizzando il contesto creatosi attorno al centro di ricerca e soffermandosi su quanto emerge dall'incontro con gli attori, il problema più grande è proprio l'assenza di un luogo fisico. Infatti, è difficile progettare senza prima definire un'area, la quale influenza fortemente il progetto, specie in questo caso, dove il luogo può persino indirizzare le sorti del centro, il suo funzionamento e la sua evoluzione nel tempo.

Emerge quindi come il luogo non interagisca solo con le sue caratteristiche intrinseche, ad esempio i trasporti, ma anche con una serie di motivazioni *implicite*<sup>33</sup>, ad esempio le continue negoziazioni degli attori e i loro obiettivi, le tecnologie utilizzate e il contesto, che è in continua evoluzione. Quindi, la relazione implicita di un luogo segue questa "traiettoria", per essere poi plasmata dalle esperienze, dagli errori, dai ripensamenti e dalle interazioni dei partecipanti al processo architettonico.

Per affrontare la controversia, una delle prime idee che emergono è quella di fare un'analisi approfondita delle aree; questa può servire a risolvere molti degli interrogativi, portando alla fase creativa che prevede lo sviluppo di diversi progetti, al fine di comprendere il luogo e arrivare alla soluzione finale. L'approccio classico porta sicuramente ad un risultato: permette all'architetto di studiare l'area e

relazionare il suo progetto a quest'ultima, creando diversi punti di vista sul progetto. Di contro, però, questo processo è "lento" per un progetto così incerto, dove le informazioni e gli sviluppi rappresentano una continua evoluzione della controversia. Per questi motivi, questa ricerca si pone come obiettivo il mantenimento di questo approccio, utilizzando l'intelligenza artificiale al fine di velocizzarlo e implementarlo, aumentando i punti di vista.

Va sottolineato che il numero di istanze e informazioni è estremamente elevato. In questa fase, l'idea di fondo è quella di disporre idealmente tutte le richieste su un tavolo da lavoro che, nello specifico, è la carta di Torino. Quindi, facendo interagire le istanze e la cartografia, potremmo disporre di tutte le variabili del progetto; ogni volta che ci si avvicina a questo *strumento* si possono creare nuovi collegamenti e, di conseguenza, si può immaginare una nuova versione del progetto. In questo modo, è possibile avvicinarsi al progetto in maniera totalmente diversa ogni volta che si chiama in causa il *tavolo di lavoro*.

È importante fare questa premessa in quanto l'intelligenza artificiale non è in grado di proiettarsi in avanti, di guardare al futuro; il suo compito è quello di cercare dati e soluzioni all'interno di un database che già esiste ed è stato generato appositamente al fine di svolgere quel compito. Di conseguenza, tenere traccia di ogni variante presente sul tavolo di lavoro è molto difficile: servono delle

<sup>33</sup> Per Albena Yaneva, le motivazioni implicite sono le forze nascoste che guidano le decisioni progettuali, spesso influenzate da contesti sociali, culturali e materiali.

competenze informatiche elevate, correndo il rischio di imbattersi in ragionamenti matematici che distolgono l'attenzione dall'obiettivo di progetto.

A questo punto, si può dire che il progetto è frutto di ragionamenti, regole e, soprattutto, della percezione dell'architetto. Come convive questo rapporto se nel processo progettuale viene inserita l'intelligenza artificiale? Avviene quindi una "suddivisione" di compiti: *"l'uomo definisce i confini, gli obiettivi e i criteri mentre AI li ottimizza in una soluzione conforme"*<sup>34</sup>. Di conseguenza, riprendendo dalla riflessione elaborata da Armando e Durbiano, il risultato atteso sarà:

*"la migliore delle (moltissime) soluzioni possibili, stando alle (poche e mirate) determinazioni di partenza"*

Allo stesso modo, Bottazzi nell'articolo *"Architectural Knowledge and Learning Algorithms"*<sup>35</sup> osserva come l'uso dell'intelligenza artificiale possa automatizzare certi aspetti del processo progettuale, ponendo però degli interrogativi su come possano essere catturate le percezioni e l'intuizione che l'architetto utilizza nel tradurre la propria esperienza in un disegno.

Allora come si può *collaborare* con l'intelligenza artificiale al fine di affrontare la controversia? Diventa necessario inserire in un sistema tutte le informazioni del progetto, anche quelle che hanno pesi diversi e non tracciabili e che cambiano sulla base dell'interazione che

avviene. L'obiettivo è quindi trovare il luogo nel quale posizionare il centro di ricerca; per farlo è necessario seguire l'approccio classico citato in precedenza, svolgendo un'analisi territoriale al fine di raccogliere e catalogare le informazioni relative ai lotti. Successivamente si dà vita alla "collaborazione" con l'intelligenza artificiale, ricreando il tavolo di lavoro in una sua versione "virtuale". Avvicinando a sistemi di intelligenza artificiale è possibile "semplificare" la trasformazioni di questi dati in codici informatici, risolvendo le carenze legate alle conoscenze informatiche.

Quindi, attraverso la narrazione di questo capitolo, si mette in luce la creazione embrionale di un database relativo ad affrontare la controversia: progettare il centro di ricerca nazionale per l'intelligenza artificiale usando proprio l'intelligenza artificiale. Il lavoro seguente mostra il tentativo di scomporre e analizzare le caratteristiche relative ai diversi s richieste progettuali.

Le informazioni sono state suddivise in due categorie distinte: *parametri* e *variabili*. Nei parametri rientrano tutti i dati legati al sito oggetto di analisi; successivamente, attraverso una catalogazione, sono state divise le informazioni legate in modo diretto al sito (che non tengono in considerazione il progetto) dalle valutazioni funzionali al progetto. Diversamente, le variabili sono strettamente legate al progetto e sono i dati che, interagendo con il database dei parametri, possono fornire una *valutazione* relativa ai diversi lotti in analisi.

<sup>34</sup> ARMANDO, A.; DURBIANO, G. (2019). *Disegnare oggetti, disegnare architetture. Due forme dello schema per il progetto*. In Philosophy Kitchen In Schema: Verso un dizionario filosofico-architettonico. Torino: Philosophy Kitchen Extra

<sup>35</sup> BOTTAZZI, R. (2023). *Architectural Knowledge and Learning Algorithms*. In Disruptive Technologies: The Convergence of New Paradigms in Architecture. New York City: Springer publishing.



## 3.2 Definizione delle variabili

Il primo passo per creare il *tavolo da lavoro virtuale* consiste nel definire con precisione le variabili progettuali, ossia le richieste specifiche degli attori e le pesistiche associate a tali richieste. Considerare queste come variabili consente di concentrarsi sulla gestione e la conversione dinamica delle informazioni. Poiché il progetto potrebbe subire variazioni impreviste, l'unico modo per gestire efficacemente tali cambiamenti è trovare un metodo per tradurre e adattare queste variazioni progettuali, così da poterle reiterare e integrare fluidamente nel processo.

Ciascun intervento da parte degli attori di questo processo deve essere scomposto e suddiviso in categorie; questo permette di identificare le variabili che avranno un impatto concreto sul processo progettuale. Va sottolineato che non è essenziale solo la categorizzazione o i valori quantitativi; infatti, assumono importanza le annotazioni e le osservazioni qualitative che si affiancano ai dati, poiché le note offrono delle sfumature che possono trasformare l'approccio progettuale.

La nostra attenzione si è focalizzata particolarmente su tali annotazioni, in quanto rappresentano un elemento fondamentale, difficile da tradurre nel mondo digitale. Citando nuovamente Bottazzi, nell'articolo *“Architectural Knowledge and*

*Learning Algorithms”*, evidenzia come il coinvolgimento delle tecnologie digitali nella progettazione architettonica vada oltre la mera ottimizzazione, rappresentando invece *“una nuova lente concettuale”*<sup>36</sup> che permette di ridefinire i modi di pensare e creare spazi. Un esempio emblematico è l'idea di *“iconicità”*, un concetto che, nonostante influenzi il progetto nel suo complesso, risulta estremamente difficile da tradurre in una regola fissa, senza comprometterne la complessità espressiva. Quindi, l'obiettivo della ricerca è quello di assicurare che concetti qualitativi come l'iconicità, concetti estremamente soggettivi, mantengano il loro peso, senza essere semplificati o ridotti solamente ad una rigida regola. Rispetto a questo tema, Latour e Yaneva parlano di come l'architettura possa rimanere in *“movimento”* tramite una percezione dinamica e non vincolata<sup>37</sup>, che permette ai significati impliciti di influenzare l'intero sistema progettuale. In questo modo, il tavolo da lavoro digitale che ne risulta sarà una struttura composta su due livelli complementari: uno pratico e uno numerico. Si ottiene quindi un *“contenitore”* di dati concreti e richieste misurabili, affiancate ad uno testuale, che preserva le informazioni implicite, ovvero quelle legate alla percezione e alle interpretazioni individuali.

Di seguito è riportata una delle tabelle riassuntive del progetto che raffigura le variabili. Il peso di queste è stato definito dall'economista Pietro Terna<sup>38</sup>, che in questo contesto ha simulato l'attività del presidente del centro di ricerca.

<sup>36</sup> Per Bottazzi, *“una nuova lente concettuale”* rappresenta un approccio innovativo per interpretare l'architettura, basato sull'integrazione di tecnologie e dinamiche sociali, ridefinendo i processi progettuali e il loro impatto sul contesto.

<sup>37</sup> Latour e Yaneva interpretano la percezione architettonica come dinamica e non vincolata, enfatizzando che gli edifici non sono entità statiche ma processi in continua evoluzione, modellati da interazioni materiali, sociali e temporali.

<sup>38</sup> Pietro Terna, economista italiano, è stato professore ordinario di Economia a Torino, oltre che segretario di Confindustria Piemonte.

VARIABILE DI PROGETTO	INPUT	PESO DATO DALL'ATTORE
Budget	20.000.000 € annui	■ ■ ■ ■ ■
Numero di lavoratori	Lavoratori minimi	■ ■ ■ □ □
Tempistiche di insediamento	Rapidità di avvio del centro di ricerca	■ ■ ■ ■ ■
Localizzazione rispetto alla città	Centro di Torino	■ ■ ■ □ □
Collegamento al trasporto pubblico	Metropolitana, TPL, collegamento ferroviario e aeroportuale	■ ■ ■ ■ ■
Distanza dal trasporto pubblico	Minuti a piedi dal trasporto pubblico	■ ■ ■ ■ ■
Zone residenziali limitrofe	Costo delle case a m <sup>2</sup>	■ ■ ■ ■ □
Superficie lotto	Possibile espansione futura e scalabilità	■ ■ ■ ■ □
SLP	Area minima per il centro di ricerca	■ ■ □ □ □
Tipologia di spazi	Uffici, sale riunioni e spazi co-working	■ ■ ■ ■ □
Interazione con l'ecosistema esistente	Collaborazione con PMI e industrie	■ ■ ■ ■ ■
Rapporto stretto con le università	Collaborazione con il Politecnico e l'Università di Torino	■ ■ ■ ■ ■
Coinvolgimento di società esterne	Collaborazione per esigenze specifiche	■ ■ ■ □ □
Investimenti esterni	Competitività a livello europeo	■ ■ ■ ■ ■

### 3.3 Analisi territoriale

Come anticipato in precedenza, uno degli obiettivi di questo progetto è quello di identificare la posizione ideale per il centro di ricerca, valutando i requisiti di ogni singolo sito. Dalle informazioni emerse durante la fase di indagine, il centro è stato situato (temporaneamente) nella cosiddetta “farfalla” del grattacielo della Regione Piemonte. Tuttavia, negli ultimi giorni di ottobre 2024, è stato annunciato il suo prossimo spostamento presso le Officine Grandi Riparazioni (OGR). Nello specifico, questo studio si propone di affrontare la controversia, focalizzandosi sulla necessità di trovare una localizzazione definitiva di questo centro, attraverso un’analisi territoriale che risponda agli obiettivi di sviluppo e alle richieste degli attori.

Le aree prese in considerazione sono situate nel comune di Torino, escludendo opzioni citate dai media situate fuori dai confini cittadini; un esempio è l’ex fabbrica Olivetti di Ivrea, la quale non soddisfa uno dei criteri principali, ovvero la rapidità di accesso ai trasporti, come gli aeroporti o le stazioni ferroviarie. Questa esigenza è emersa durante gli incontri con i vari attori, i quali hanno sottolineato come la vicinanza al trasporto veloce rappresenti uno dei fattori principali rispetto alla localizzazione.

Gli immobili e le aree considerate in questa

analisi rappresentano il risultato di un processo, iniziato dapprima con le notizie pervenute dalle testate giornalistiche, sviluppato poi con le varie discussioni e ultimatosi con l'aggiornamento di ottobre. Va sottolineato che nessuna area o edificio nasce come una proposta personale, ognuno di essi è legato al contesto informativo sviluppato nel corso della ricerca.

Ciascun sito è stato esaminato attraverso alcuni specifici criteri: tra questi, l'integrazione con il contesto urbano, al fine di soddisfare il concetto di "ecosistema" che convive con l'idea di questo centro. Successivamente, uno degli aspetti fondamentali, l'accessibilità e i trasporti: ogni area o edificio è stato commisurato alla vicinanza alle stazioni ferroviarie (che consentono di raggiungere anche l'aeroporto di Caselle) o ai bus terminal, i quali pongono la città di Torino in collegamento con l'aeroporto internazionale di Milano Malpensa. Inoltre, non da meno è la presenza della metropolitana e, eventualmente, del trasporto pubblico locale.

In veste di architetti, ci siamo occupati anche di correlare ciascun lotto al Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Torino, considerando le destinazioni d'uso, le modifiche approvate o le varianti proposte. Successivamente, dopo aver catalogato il tipo di intervento (che nello specifico può essere demolizione, nuova costruzione, ristrutturazione e allestimento), abbiamo valutato quelle che sono le superfici dei lotti, la SLP realizzabile e, ove possibile, l'altezza massima definita dal PRG. Le valutazioni delle

aree prevedono anche la possibilità di avere una futura espansione, un dato importante rispetto alla buona riuscita del centro di ricerca.

Nelle pagine seguenti è possibile osservare una mappa della città di Torino, sulla quale sono individuati i dodici casi studio e il contesto in cui si trovano. Inoltre, sono presenti le singole analisi dei diversi lotti, evidenziando i dati principali di ciascuno e una cartografia utile a far dialogare la possibile area di progetto con l'eventuale ecosistema già presente.





# EX WESTINGHOUSE

*Ubicazione:* Via Borsellino (TO)

*Proprietà:* Esselunga S.p.A

*Progetto:* Ad opera dello studio Rolla (2012 - Comune di Torino, 2021- Esselunga S.p.A)

*Destinazione d'uso:* Ricettività

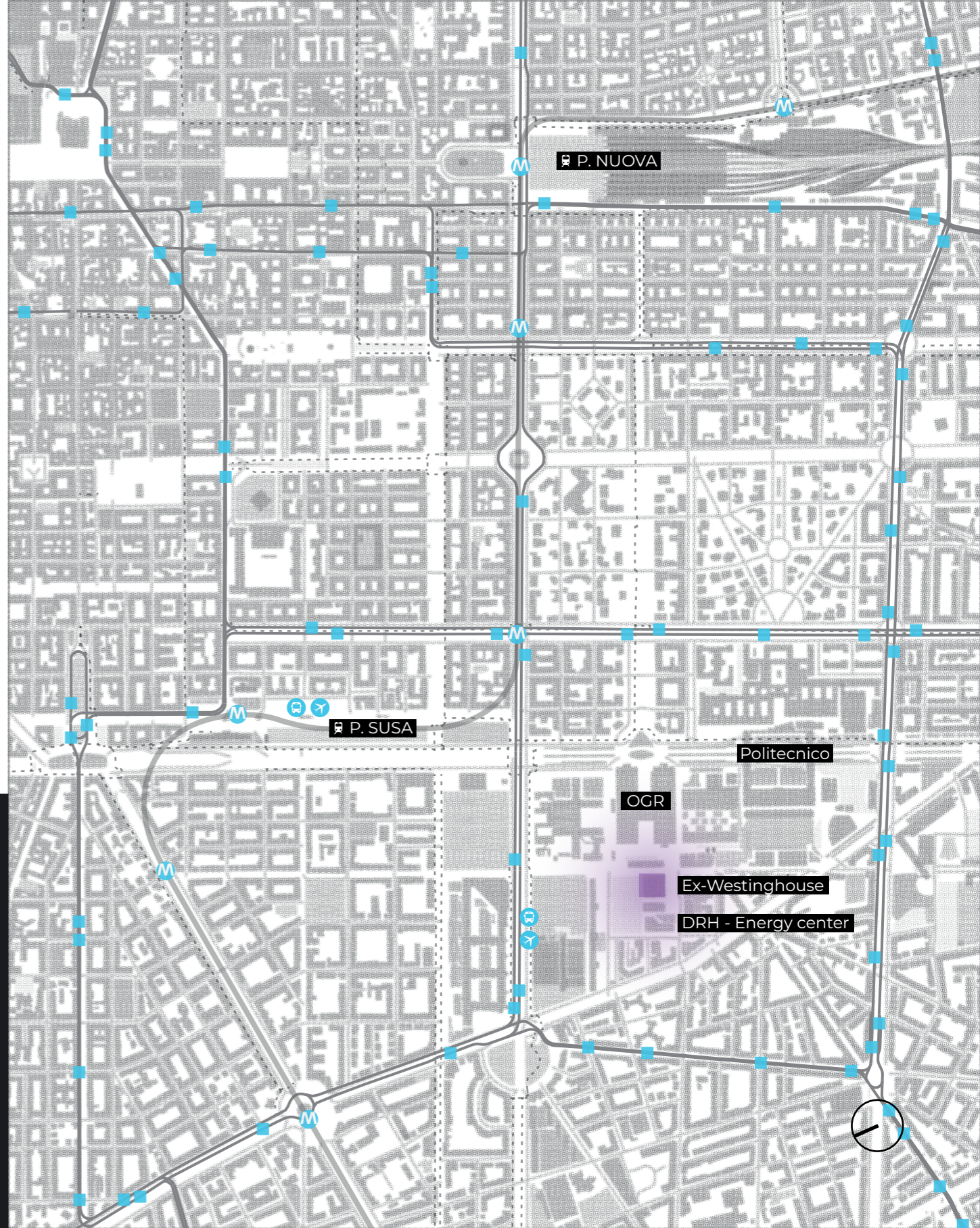
*PRG:* Variante risalente al 2020

*Tipo di intervento:* Ristrutturazione e nuova costruzione

*Superficie lotto:* 4000 m<sup>2</sup>

*SLP:* C.a 8000 m<sup>2</sup> (da progetto dello studio Rolla)

*H max:* 16 m





# PALAZZO DELLE POSTE ITALIANE

*Ubicazione:* Via Nizza (TO)

*Proprietà:* Poste Italiane, Ferrovie dello Stato

*Progetto:* L'edificio è in vendita dal 2021 e non sono stati proposti progetti

*Destinazione d'uso:* Uffici

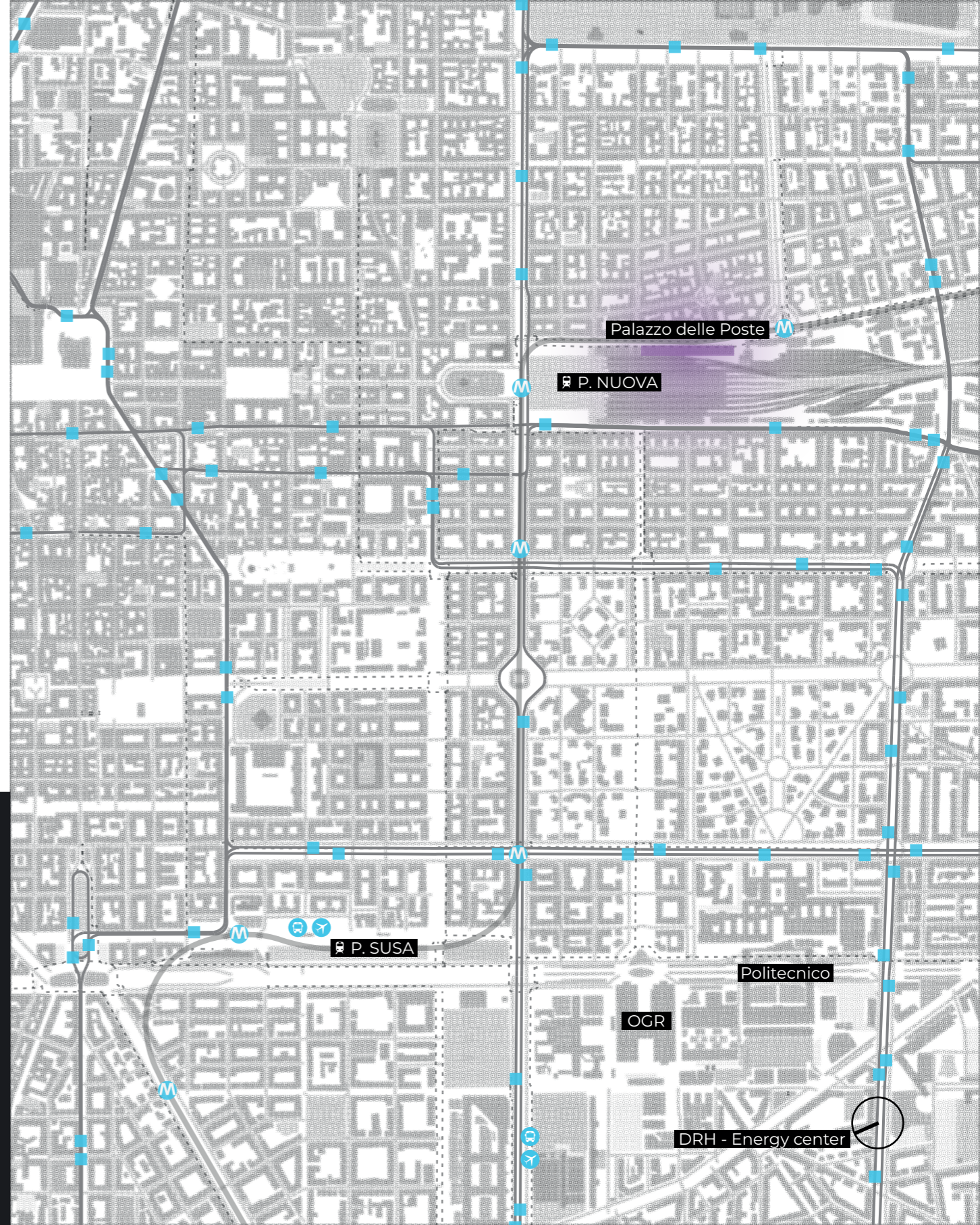
*PRG:* Corrispondente al PRG del 1995

*Tipo di intervento:* Ristrutturazione, allestimento

*Superficie lotto:* 4200 m<sup>2</sup>

*SLP:* C.a 22500 m<sup>2</sup>

*H max:* 30 m





# TNE MIRAFIORI



*Ubicazione:* Corso Settembrini (TO)

*Proprietà:* Finpiemonte S.p.A, Finanziaria Città Torino Holding S.p.A., FCA Partecipazioni S.p.A.

*Destinazione d'uso:* Uffici

*PRG:* Variante risalente al 2021

*Tipo di intervento:* Nuova costruzione

*Superficie lotto:* UMI A1a 8656 m<sup>2</sup>, UMI A1b 7472 m<sup>2</sup>, UMI A2 21419 m<sup>2</sup>

*SLP:* /

*H max:* Da PRG



# CITTÀ DELL'AEROSPAZIO



*Ubicazione:* Corso Marche (TO)  
*Proprietà:* Comune di Torino  
*Progetto:* Esiste un progetto, in costruzione  
*Destinazione d'uso:* Polo della didattica, laboratori, centro di ricerca e sviluppo, incubatore di StartUp  
*PRG:* Variante risalente al 2021  
*Tipo di intervento:* Nuova costruzione, allestimento  
*Superficie lotto:* 200000 m<sup>2</sup>  
*SLP:* /  
*H max:* Da PRG





# AREA “TERZA TORRE”

*Ubicazione:* Corso Bolzano / Corso Inghilterra (TO)

*Proprietà:* Ferrovie dello Stato

*Progetto:* Progetto di Benedetto Camerana per  
“Innovation Mile” e progetto “Newcleo”

*Destinazione d'uso:* Uffici, centro di ricerca, laboratori

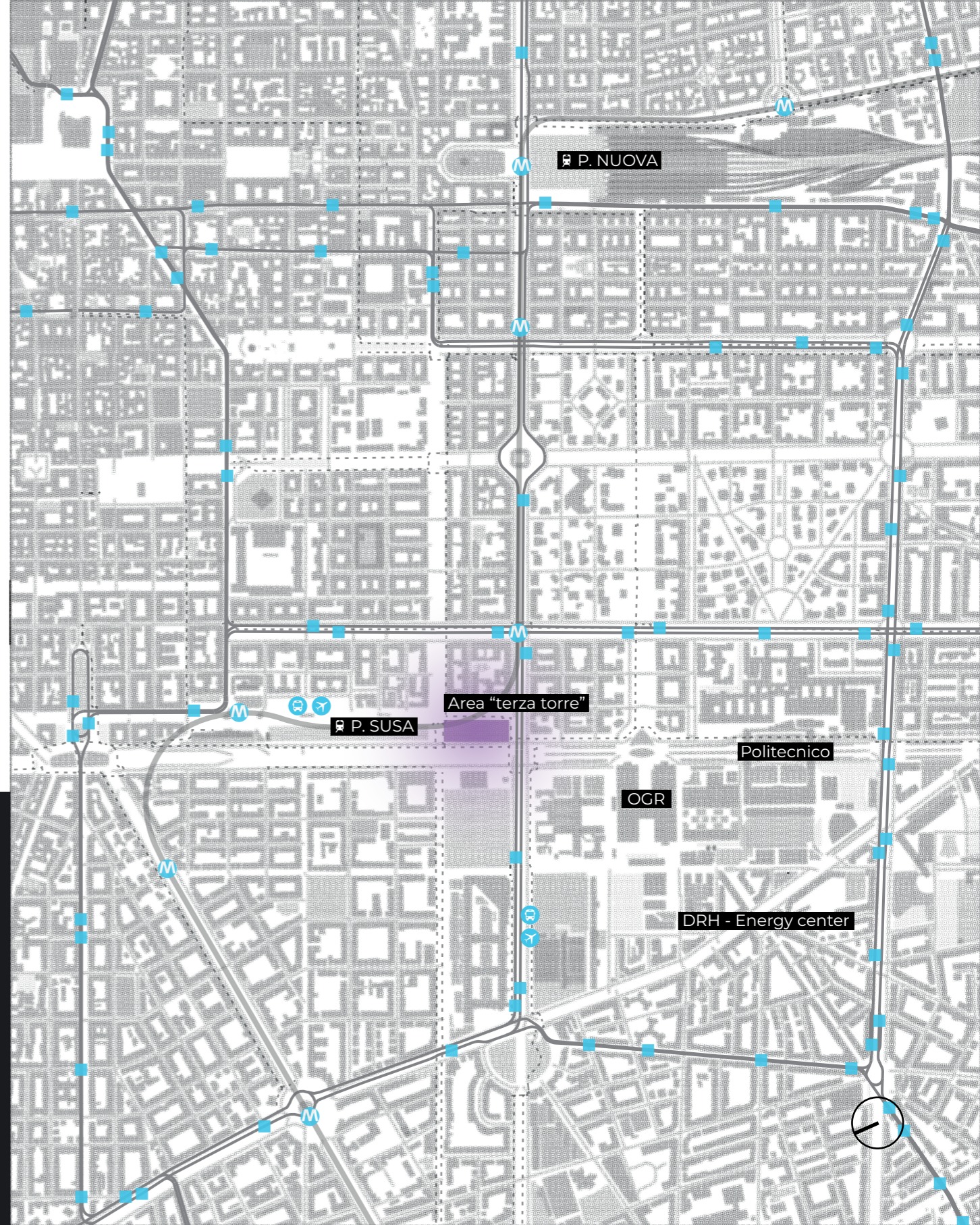
*PRG:* Variante risalente al 2008

*Tipo di intervento:* Nuova costruzione

*Superficie lotto:* 45000 m<sup>2</sup>

*SLP:* /

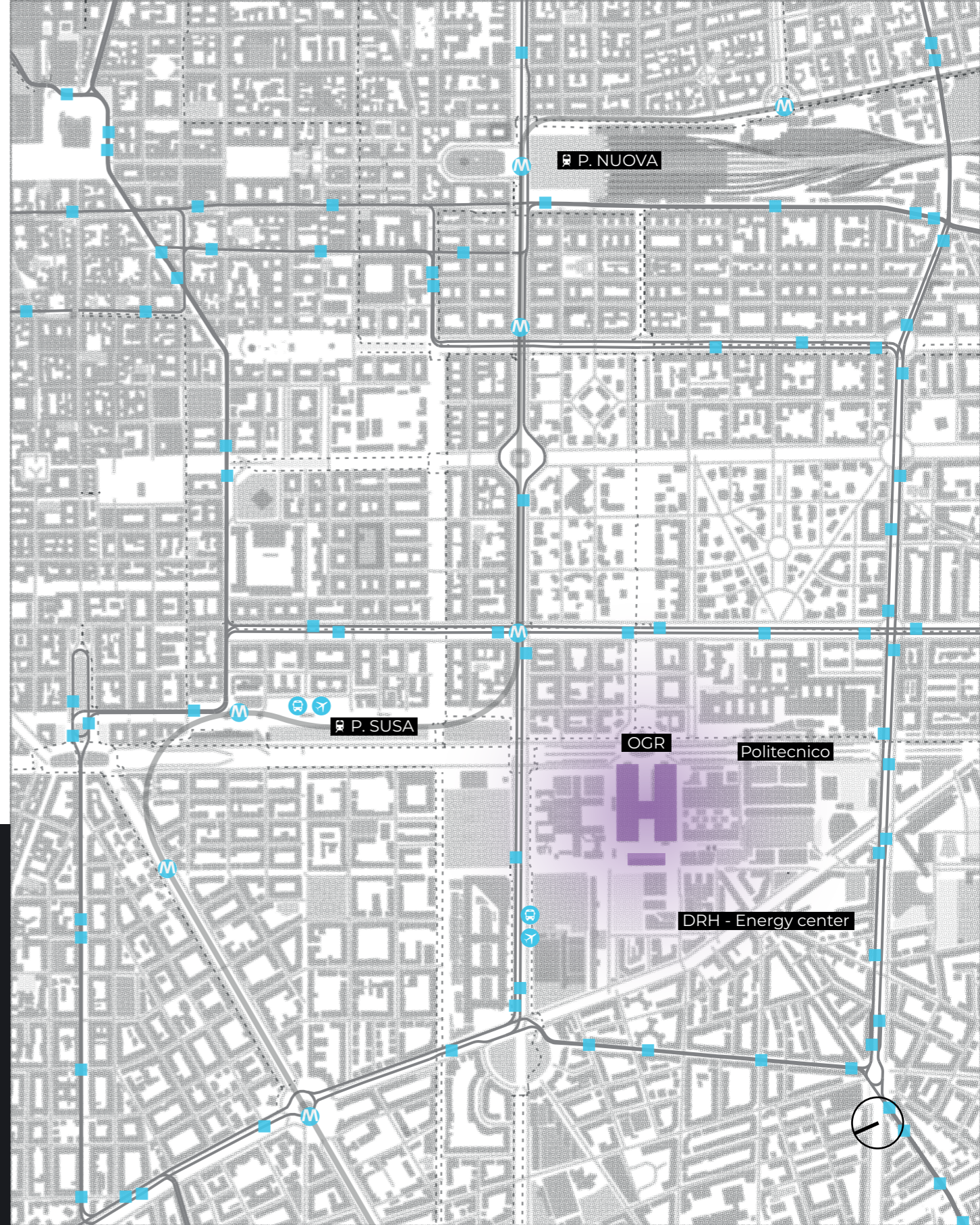
*H max:* Da PRG (variante grattacielo San Paolo)





# OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI

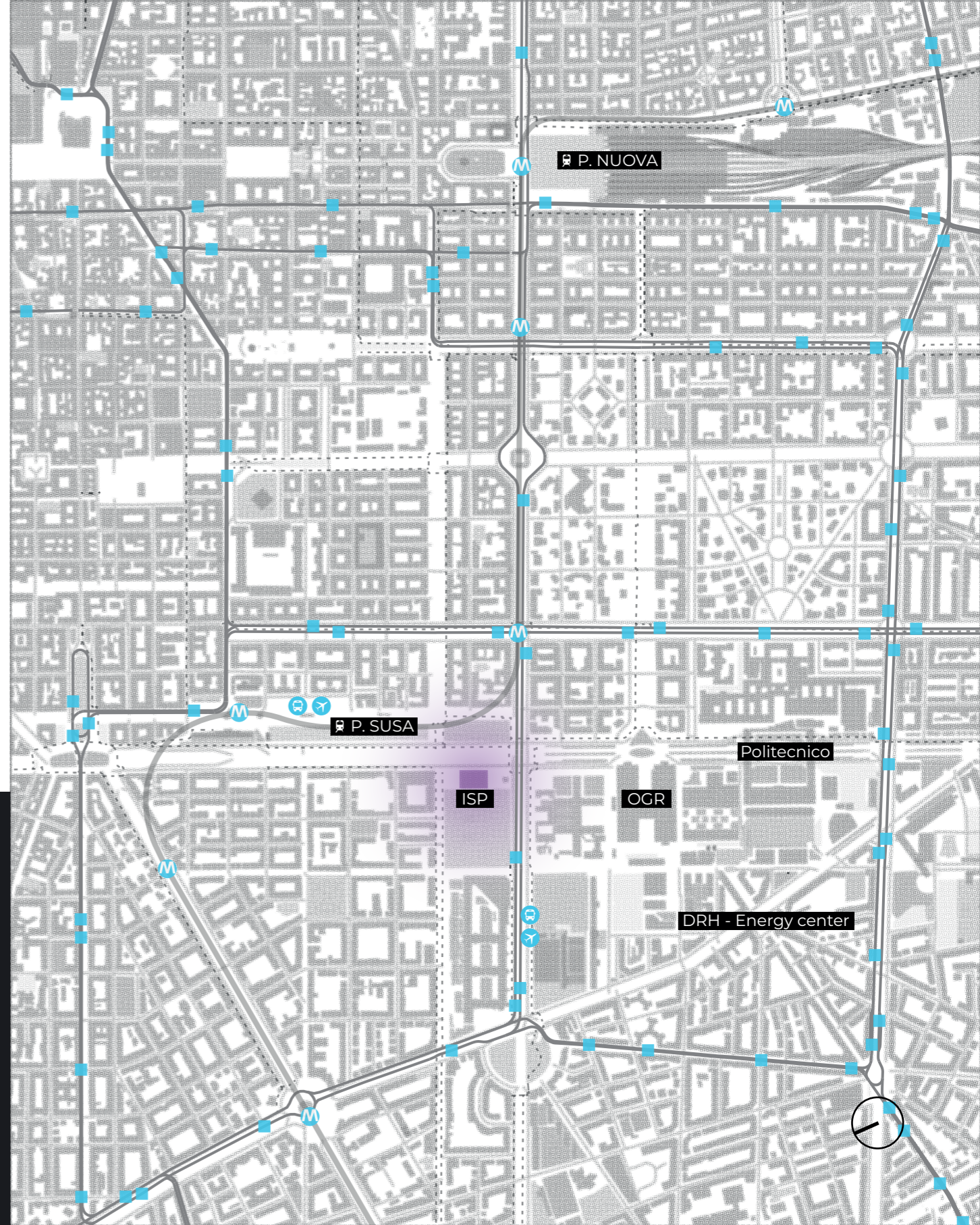
- Ubicazione:* Via Borsellino (TO)
- Proprietà:* Società Consortile per Azioni OGR-CRT
- Progetto:* In questa parte di edificio no
- Destinazione d'uso:* Uffici, incubatore di StartUp
- PRG:* Corrispondente al PRG del 1995
- Tipo di intervento:* Allestimento
- Superficie lotto:* 32900 m<sup>2</sup>
- SLP:* C.a 1000 m<sup>2</sup>
- H max:* /





# GRATTACIELO INTESA SANPAOLO

*Ubicazione:* Corso Inghilterra (TO)  
*Proprietà:* Gruppo Intesa Sanpaolo  
*Progetto:* /  
*Destinazione d'uso:* Uffici  
*PRG:* Variante risalente al 2008  
*Tipo di intervento:* Allestimento  
*Superficie lotto:* 8700 m<sup>2</sup>  
*SLP:* C.a 2500 m<sup>2</sup> (per piano)  
*H max:* Da PRG





# GRATTACIELO RAI

*Ubicazione:* Via Cernaia / Piazza XVIII Dicembre (TO)  
*Proprietà:* Poste Italiane, Ferrovie dello Stato  
*Progetto:* Attualmente sono in corso i lavori relativi alla bonifica dell'amianto

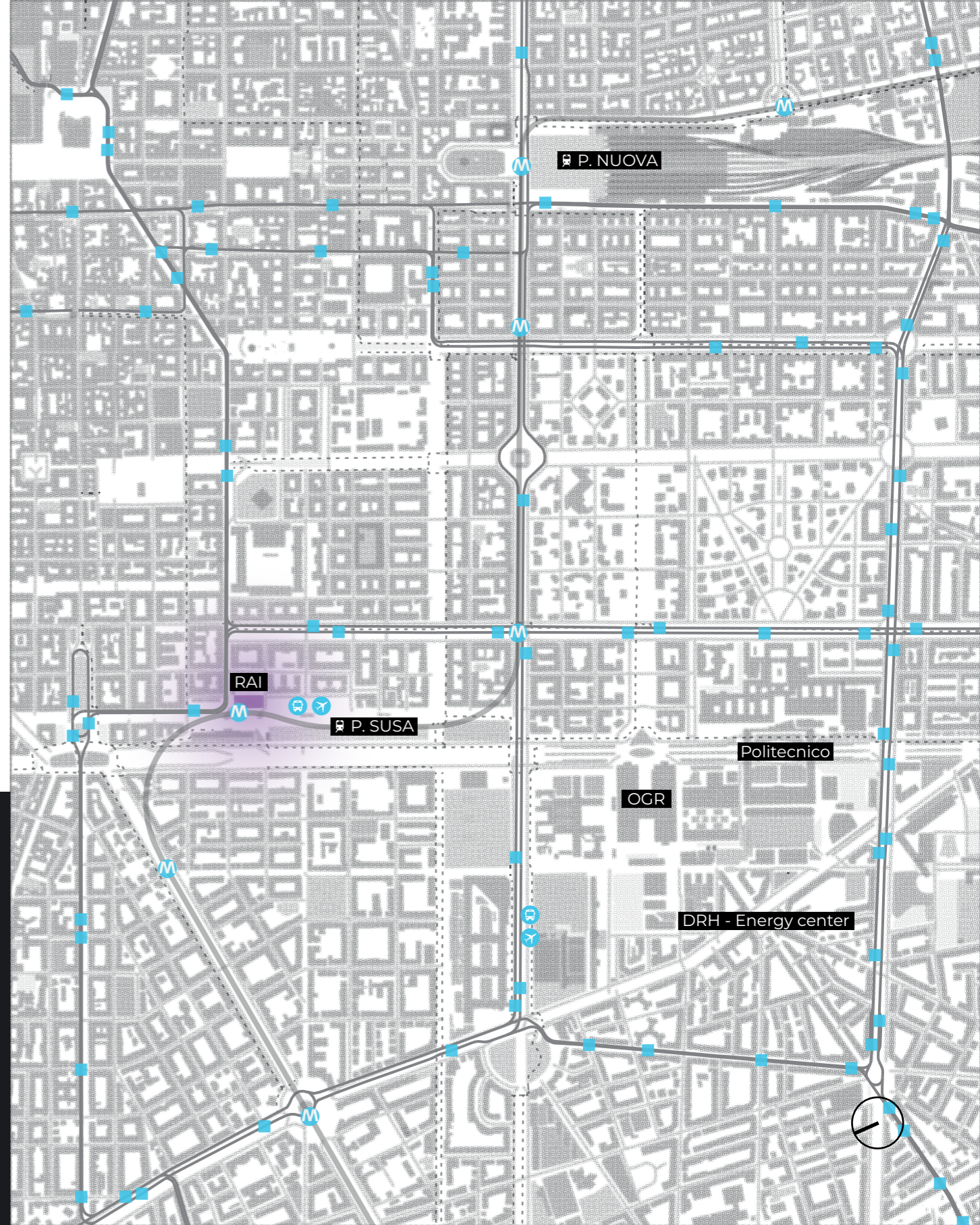
*Destinazione d'uso:* Ricettivo e residenziale  
*PRG:* Licenza Edilizia n.609 - prot. n. 52/1960

*Tipo di intervento:* Allestimento

*Superficie lotto:* 3750 m<sup>2</sup>

*SLP:* 1250 m<sup>2</sup> per piano

*H max:* 18 piani





# PALAZZO CITTÀ METROPOLITANA

*Ubicazione:* Corso Inghilterra (TO)

*Proprietà:* Città di Torino

*Progetto:* Parte dell'edificio è stato occupato dall'azienda di trasporti Infra.TO

*Destinazione d'uso:* Uffici

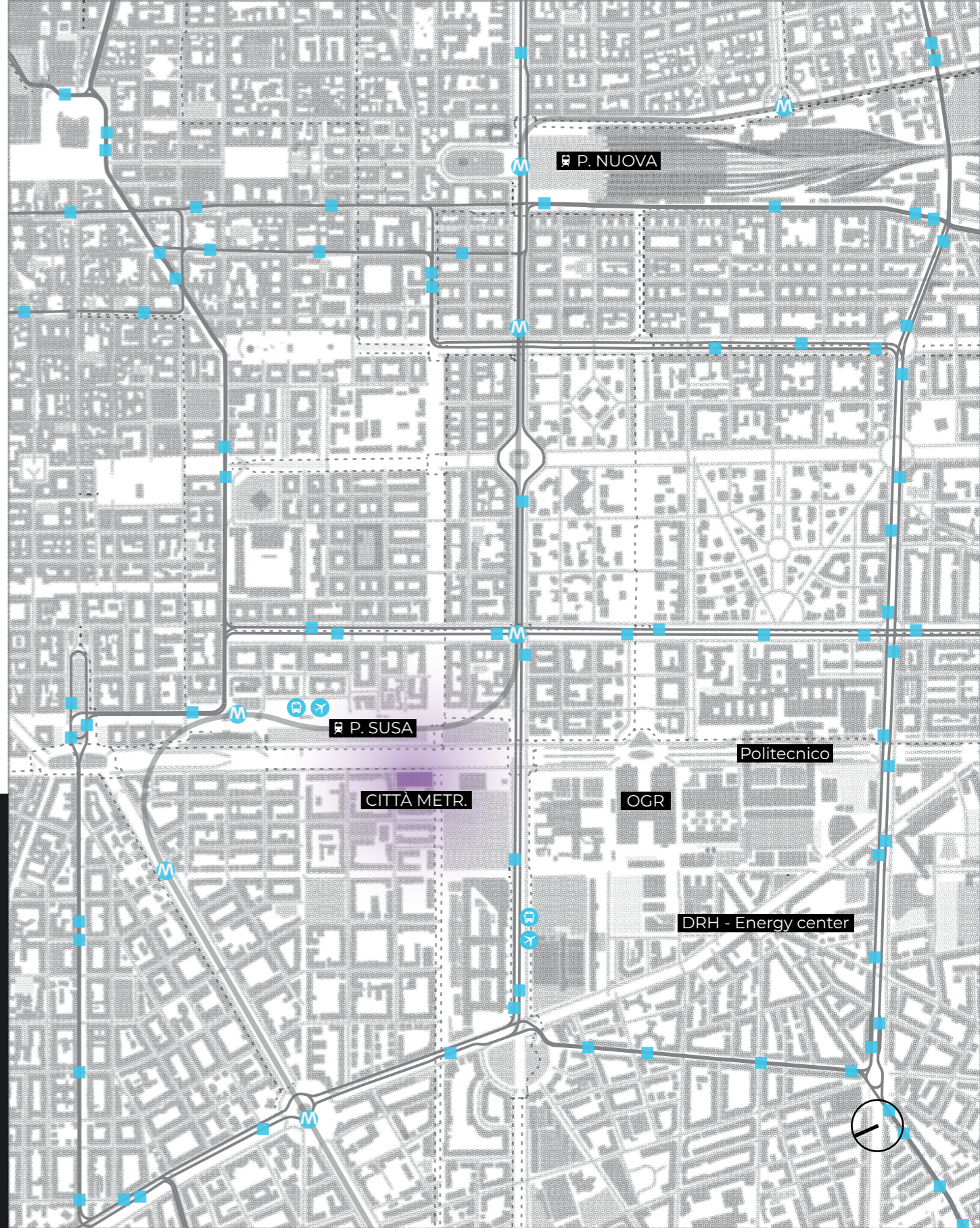
*PRG:* /

*Tipo di intervento:* Allestimento

*Superficie lotto:* 2700 m<sup>2</sup>

*SLP:* 1500 m<sup>2</sup> per piano; tot. 16500 m<sup>2</sup>

*H max:* 11 piani





# CENTRO CONGRESSI ENVIROMENT PARK



*Ubicazione:* Via Costaguta / Corso Principe Oddone (TO)

*Proprietà:* Clever, Ferrovie dello Stato

*Progetto:* Esisteva un progetto; oggi l'area è parte del progetto "Innovation Mile"

*Destinazione d'uso:* Uffici, attività terziarie e di servizio

*PRG:* Spina 3 Oddone 4.13/2

*Tipo di intervento:* Allestimento / Nuova costruzione

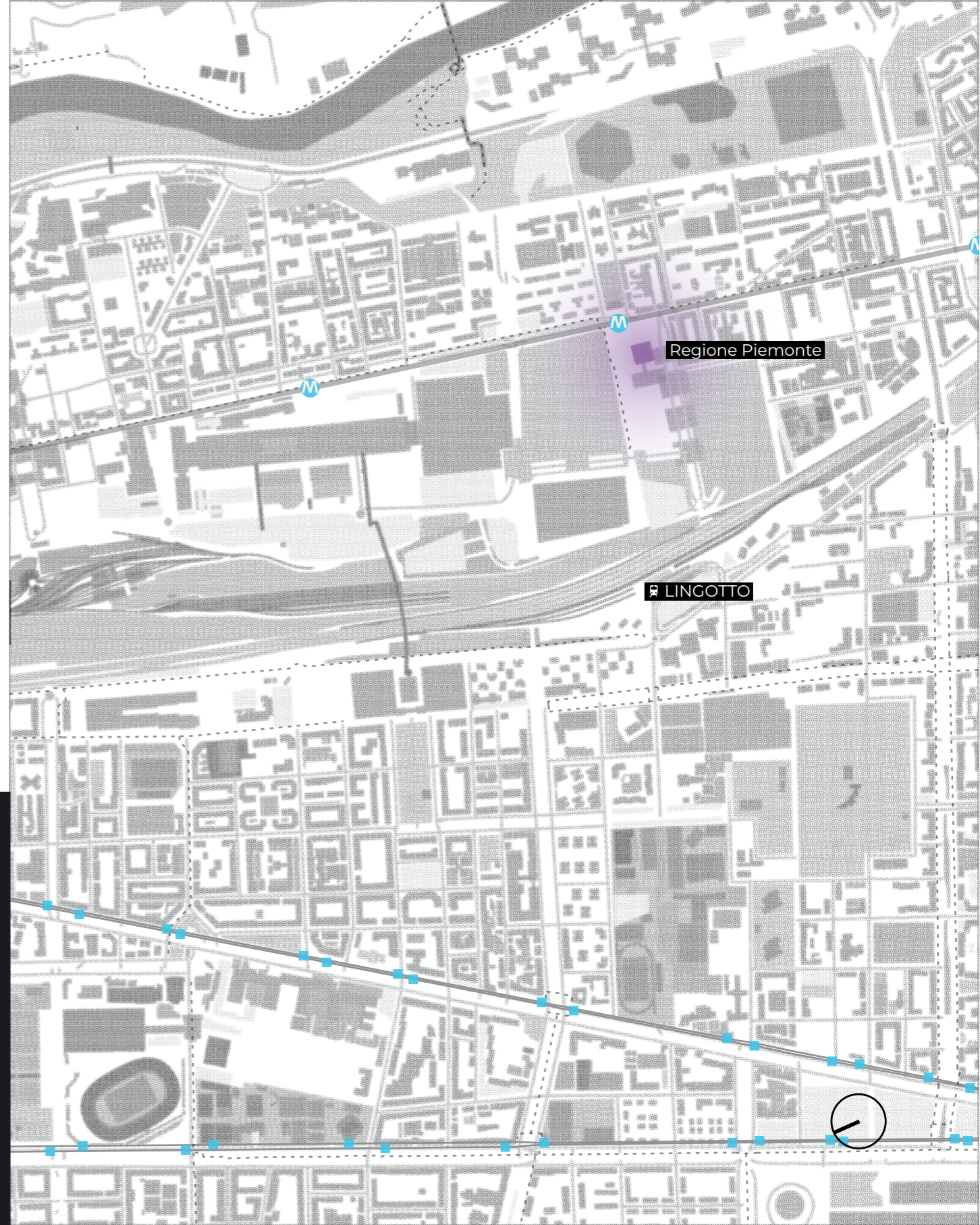
*Superficie lotto:* 11800 m<sup>2</sup>

*SLP:* C.a 4063 m<sup>2</sup>

*H max:* Da PRG



# GRATTACIELO REGIONE PIEMONTE

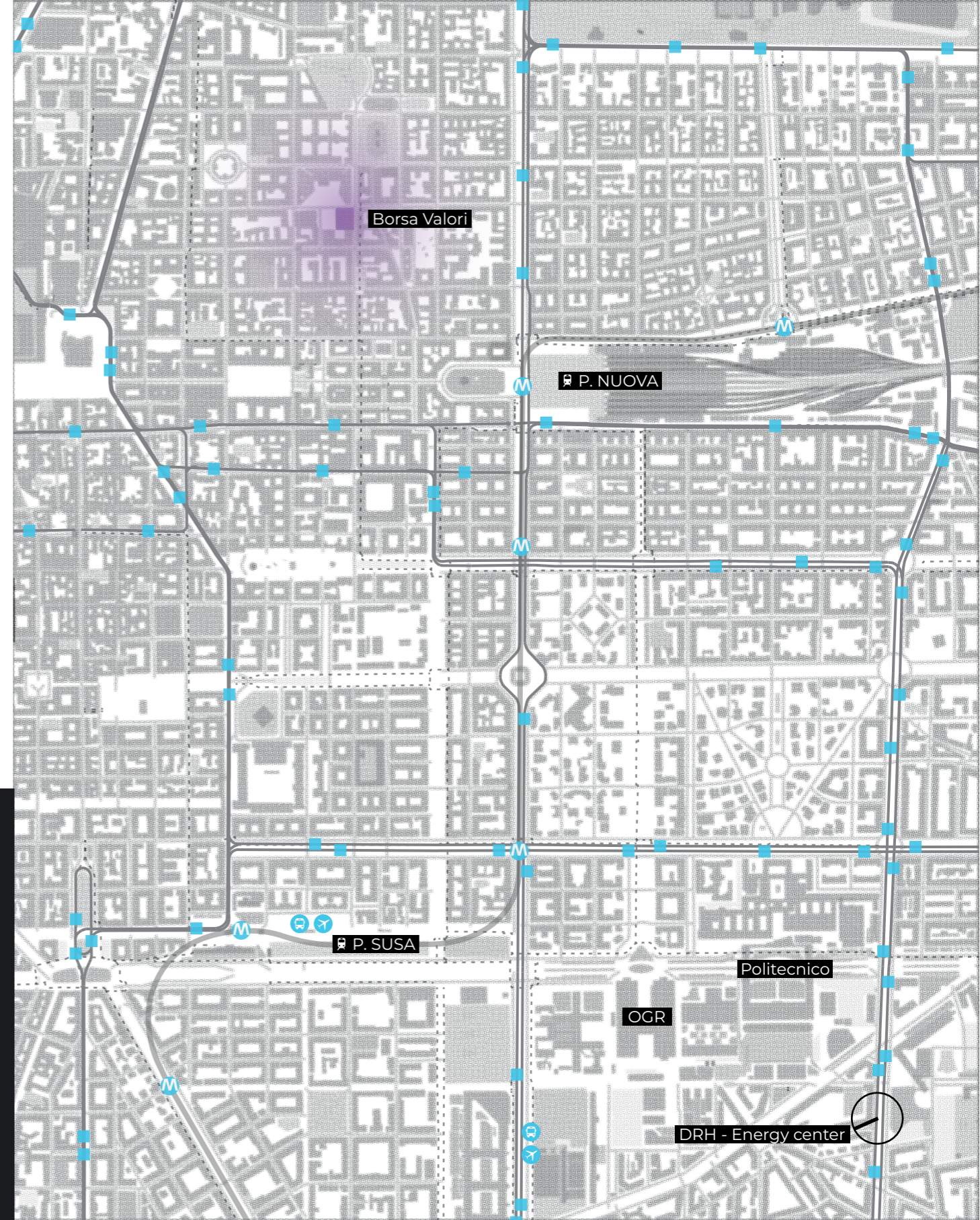


*Ubicazione:* Via Nizza (TO)  
*Proprietà:* Regione Piemonte  
*Progetto:* Era la vecchia sede del centro di ricerca dopo l'inaugurazione della fondazione  
*Destinazione d'uso:* Uffici  
*PRC:* Variante - costruzione del Grattacielo  
*Tipo di intervento:* Allestimento  
*Superficie lotto:* /  
*SLP:* 1000 m<sup>2</sup>  
*H max:* /



# PALAZZO DELLA BROSA VALORI

*Ubicazione:* Via San Francesco da Paola (TO)  
*Proprietà:* Camera di Commercio di Torino  
*Progetto:* È stato proposto un progetto dallo studio  
Isolarchitetti  
*Destinazione d'uso:* Museale/Istruzione  
*PRG:* Corrispondente al PRG del 1995  
*Tipo di intervento:* Ristrutturazione, allestimento  
*Superficie lotto:* 3500 m<sup>2</sup>  
*SLP:* C.a 5000 m<sup>2</sup>  
*H max:* /





### 3.3 Definizione dei parametri

La fase di definizione dei parametri assume maggior carattere tecnico rispetto alle precedenti, concentrandosi sulla scomposizione e valutazione delle aree oggetto di analisi. Qui i parametri rappresentano le informazioni specifiche degli attanti, sia relative ai luoghi, sia connesse alla controversia in esame. Queste analisi permettono di creare una rete dettagliata di informazioni per ciascun sito, offrendo una visione chiara e strutturata dell'area oggetto di studio. Tali parametri forniscono un quadro funzionale del luogo, includendo tutte le informazioni necessarie per valutare se esso possieda le caratteristiche ideali per supportare la nascita e lo sviluppo del progetto.

Inizialmente, è stata elaborata una tabella di valutazione per strutturare le categorie più rilevanti per il nostro progetto. Attraverso le linee guida della valutazione *ITACA*<sup>39</sup>, sono state selezionate alcune categorie (quelle ritenute pertinenti), con l'obiettivo di creare un sistema in grado di bilanciare dati quantitativi e qualitativi utili alla progettazione. La selezione delle categorie si è resa necessaria non solo per avere il “*controllo*” dei dati, ma anche per agevolare l'operatività del processo; infatti, dopo aver eseguito alcuni tentativi, sono stati esclusi i parametri superflui o che non avrebbero apportato contributi significativi al

processo architettonico.

Il primo passo è stato, quindi, ridurre e organizzare i dati secondo criteri che consentissero una gestione ottimizzata e focalizzata. In un secondo momento, sono state valutate le diverse caratteristiche in funzione del loro impatto, eliminando quelle che risultavano ridondanti o che rallentavano il flusso di analisi. In ottica di una futura implementazione, prevediamo che il numero di dati possa essere incrementato grazie a migliorie tecniche e informatiche, che rendano possibile la gestione di un flusso di dati maggiore, ottimizzando il processo in modo continuo.

Di seguito è possibile osservare la tabella dei parametri, composta da quattro categorie distinte, ognuna progettata per supportare l'analisi qualitativa e dettagliata del luogo. All'interno di ciascuna categoria, le valutazioni vengono espresse su una scala da 1 a 5 e sono il risultato delle osservazioni condotte dall'architetto tramite una lettura approfondita della mappa. Questo approccio, che si fonda sull'esperienza e l'intuizione, permette quindi di combinare dati empirici con le riflessioni soggettive; quest'ultime contribuiscono alla definizione di un quadro complesso.

<sup>39</sup> Il protocollo *ITACA* è uno strumento di valutazione della sostenibilità degli edifici basato su criteri ambientali, economici e sociali, utilizzato in Italia per certificare le prestazioni energetiche e il rispetto degli standard ecologici.

CODICE	CATEGORIA	PARAMETRO	EX WESTINGHOUSE	PALAZZO DELLE POSTE	TNE	CITTÀ AEROSPAZIO			AREA TERZA TORRE	OGR	GRATTACIELO INTESA SANPAOLO	PALAZZO RAI	PALAZZO CITTÀ METROPOLITANA	ENVIROMENT PARK	GRATTACIELO REGIONE PIEMONTE	BORSA VALORI
A.1	Aspetti urbanistici	Inserimento nel contesto	4	3	2	3			4	4	5	4	4	2	2	3
A.2	Aspetti urbanistici	Rafforzamento del ruolo urbano	4	4	4	4			3	3	4	3	4	3	3	4
A.3	Aspetti urbanistici	Relazione con il margine urbano	4	2	2	3			4	3	2	3	3	2	2	2
B.1	Spazi Pubblici	Accessibilità degli spazi pubblici	3	4	2	2			4	3	4	3	3	2	3	4
B.2	Spazi Pubblici	Ombreggiatura degli spazi pubblici	2	3	3	3			4	2	3	2	3	4	3	4
C.1	Mobilità Accessibilità	Accesso al trasporto pubblico	4	5	2	3			4	4	4	4	4	3	3	5
C.2	Mobilità Accessibilità	Presenza di servizi di sharing	4	4	1	2			4	4	4	4	4	2	2	4
C.3	Mobilità Accessibilità	Prossimità ai servizi	3	4	1	2			3	3	4	4	3	3	3	4
C.4	Mobilità Accessibilità	Vicinanza a strutture per il tempo libero	4	4	1	2			4	4	4	3	3	2	2	4
D.1	Economia	Potenziale occupazione	4	2	4	3			3	2	4	3	2	4	2	3
D.2	Economia	Accessibilità economica alla proprietà	3	2	4	3			3	3	3	2	4	4	4	3
D.3	Economia	Accessibilità economica all'affitto	3	3	4	4			3	3	3	2	3	5	3	3
D.4	Economia	Varietà dell'offerta abitativa	5	3	4	5			4	5	5	4	5	4	4	3
E.1	Società e cultura	Flessibilità d'uso degli spazi	4	3	4	4			3	4	2	2	3	5	3	3
E.2	Società e cultura	Mixité funzionale	5	2	2	3			5	5	4	3	4	3	3	2





04

Sperimentare con  
l'Intelligenza artificiale

## 4.1 Convertire il linguaggio dell'architetto

Nella pratica, cosa significa realmente progettare? Un progetto implica disegnare, osservare, ridisegnare e ripetere questo processo finché il risultato soddisfa i nostri criteri. Come afferma Albena Yaneva nel libro *"Mapping Controversies in Architecture"*<sup>40</sup>, un progetto è un processo di continua esplorazione e trasformazione, che *"non si limita a una sequenza di frasi prestabilite, ma implica una continua re-interpretazione delle forme e delle relazioni"*. Il progetto viene quindi adattato continuamente per rispondere al complesso intreccio di richieste, visioni e obiettivi, integrando di volta in volta le richieste della pluralità di attori coinvolti, le quali devono trovare una sintesi nel progetto finale. Il risultato è quindi una continua ricerca di adattabilità, in cui l'oggetto progettato si modifica continuamente per rispondere ai cambiamenti di programma e alle diverse aspettative. Questo approccio riflette anche le esigenze contemporanee; infatti, come suggerisce Carpo, la flessibilità progettuale è fondamentale, permette di rispondere a contesti mutevoli e di *"riadattare le idee alla variabilità delle risorse e delle aspettative"*<sup>41</sup>.

L'intelligenza artificiale, allora, quale innovazione introduce nel progetto architettonico? L'abilità di un sistema intelligente è quella di tradurre tutte le caratteristiche progettuali senza definire

necessariamente delle regole rigide. Rimane però aperta una questione etica: a chi appartiene la creatività, all'intelligenza artificiale o al progettista? L'obiettivo è quello di superare questa dicotomia, creando un ambiente di progettazione in cui l'intelligenza artificiale (nel caso specifico ChatGPT), agisca come motore creativo in grado di modificare il progetto e adattarlo ai nuovi stimoli e alle nuove informazioni, modificando ogni fase della progettazione. Allo stesso modo, Phil Bernstein riflette sulla necessità di un'etica co-creazione, dove il sistema diventa un *"assistente" progettuale*<sup>42</sup>, contribuendo non solo attraverso la potenza di calcolo, ma attraverso la generazione di input creativi che possono arricchire il progetto.

In questa ricerca, abbiamo quindi esplorato queste tematiche attraverso una sperimentazione con ChatGPT; il modello, in questo caso, è stato utilizzato dapprima per interpretare e rappresentare dei concetti architettonici. Ci siamo soffermati particolarmente sulla progettazione di una villa, fornendo al modello istruzioni dettagliate, utili a creare delle rappresentazioni grafiche; quest'ultime, secondo il *prompt* fornito, dovevano rispettare i principi architettonici fondamentali, come l'uso di geometrie essenziali e una distribuzione spaziale coerente.

Il cuore di questa sperimentazione risiede quindi nell'indagare la capacità creativa di ChatGPT, in modo da capire fino a che punto l'intelligenza artificiale possa comprendere gli

<sup>40</sup> YANEVA, A. (2012). *Mapping Controversies in Architecture*. Londra: Routledge.

<sup>41</sup> CARPO, M. (2017). *The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence*. Cambridge: The MIT Press.

<sup>42</sup> Phil Bernstein descrive l'"assistente progettuale" come un sistema digitale che supporta gli architetti nell'ottimizzare il processo creativo, integrando dati e automazione per decisioni più informate.

input forniti e trasformarli in schemi grafici accurati. Non ci siamo limitati a valutare la creazione di figure geometriche semplici, ma abbiamo analizzato anche la capacità del modello di rappresentare la disposizione degli spazi, rispettando le relazioni concettuali tra gli ambienti architettonici. La domanda che ha guidato la nostra ricerca è stata: fino a che punto si può sviluppare la capacità grafica di ChatGPT attraverso un ciclo iterativo di richieste e correzioni, migliorando così la sua abilità nella visualizzazione architettonica? Questa esplorazione ha quindi cercato di utilizzare l'intelligenza artificiale come un assistente progettuale, uno strumento in grado di rispondere alle esigenze di un architetto, in un dialogo in continua evoluzione.

## 4.2 Trial and error

Esplorare le Potenzialità dell'intelligenza artificiale

*Ciò che [noi umani] facciamo meglio è costruire modelli di riduzione, schemi a priori e proiezioni. Il metodo sperimentale dell'uomo anticipa una soluzione con una scommessa, e poi la verifica, la corregge e la riformula: il risultato è una funzione, un modello, un progetto, attraverso cui il ricercatore ritrova dopo la sperimentazione ciò che aveva deciso di cercare all'inizio.*  
(Carpo, 2017)

### 4.2.1 Esperimento 1

Il processo sperimentale che abbiamo svolto si è articolato in diverse fasi; ognuna di queste è stata finalizzata all'esplorazione di aspetti specifici utili a capire il rapporto tra l'intelligenza artificiale e la progettazione architettonica. In una prima fase, abbiamo definito teoricamente le tipologie di ville da realizzare, utilizzando come base i diagrammi analitici di Koning e Eizenberg presenti in *"The Language of the Prairie"*<sup>43</sup>. Questi disegni sono stati utilizzati come esempio di concettualizzazione e organizzazione spaziale, oltre ad avere un modello di approccio metodologico da trasmettere al sistema.

Nella fase operativa, è stato chiesto a ChatGPT

<sup>43</sup> Koning ed Eizenberg, in *The Language of the Prairie*, analizzano i principi della Prairie House di Wright, identificando un linguaggio architettonico basato su linee orizzontali, integrazione con il paesaggio e modularità spaziale, reinterpretandolo con metodi analitici contemporanei.

di generare delle descrizioni dettagliate dei modelli di villa proposti, testando la sua capacità nel categorizzare e analizzare diverse tipologie residenziali. Il sistema ha creato una lista di esempi di ville, ciascuna delle quali è stata descritta in termini di flussi interni, privacy e interazione con gli spazi esterni.

In questa fase abbiamo cercato di capire e, di conseguenza valutare, se l'intelligenza artificiale fosse in grado di interpretare le esigenze di un potenziale cliente e trasformarle in spazi concreti. Le richieste del committente, infatti, nascono dall'esperienza quotidiana e contengono spesso una serie di *informazioni implicite* che tendiamo a dare per scontate. Ad esempio, la richiesta di un "soggiorno accogliente" può essere interpretata in diversi modi: un architetto potrebbe puntare sull'illuminazione naturale, un altro sull'arredo o la disposizione degli spazi.

Per una macchina, generare queste interpretazioni è estremamente complicato e quindi, provare a coprire tutte le possibilità risulta quasi impossibile.

Da qui nasce la decisione di mettere alla prova ChatGPT, valutando il suo comportamento di fronte a questo tipo di informazioni vaghe e intuitive. Abbiamo quindi ipotizzato il profilo di un cliente e, successivamente, abbiamo richiesto la progettazione di una villa con patio. La risposta che abbiamo ottenuto dal modello di intelligenza artificiale ha previsto la creazione di un patio centrale e la disposizioni delle stanze principali ai lati.

Il risultato ottenuto non è stato soddisfacente; si è fin da subito reso evidente un problema nell'output, il quale mancava di coerenza e dell'organicità di una vera abitazione. Dal momento che gli errori commessi erano chiari, abbiamo provato ad intervenire sull'output, fornendo delle modifiche attraverso nuovi prompt e cercando di orientare il modello verso una soluzione più realistica. Anche in questo caso i risultati sono stati limitati; da qui la conclusione che il funzionamento di ChatGPT, che non consente una modifica progressiva dell'output ma genera ogni volta un risultato da zero, ha reso difficile ottenere un miglioramento concreto.

Di seguito è possibile osservare i prompt utilizzati come input e le soluzioni proposte da ChatGPT:

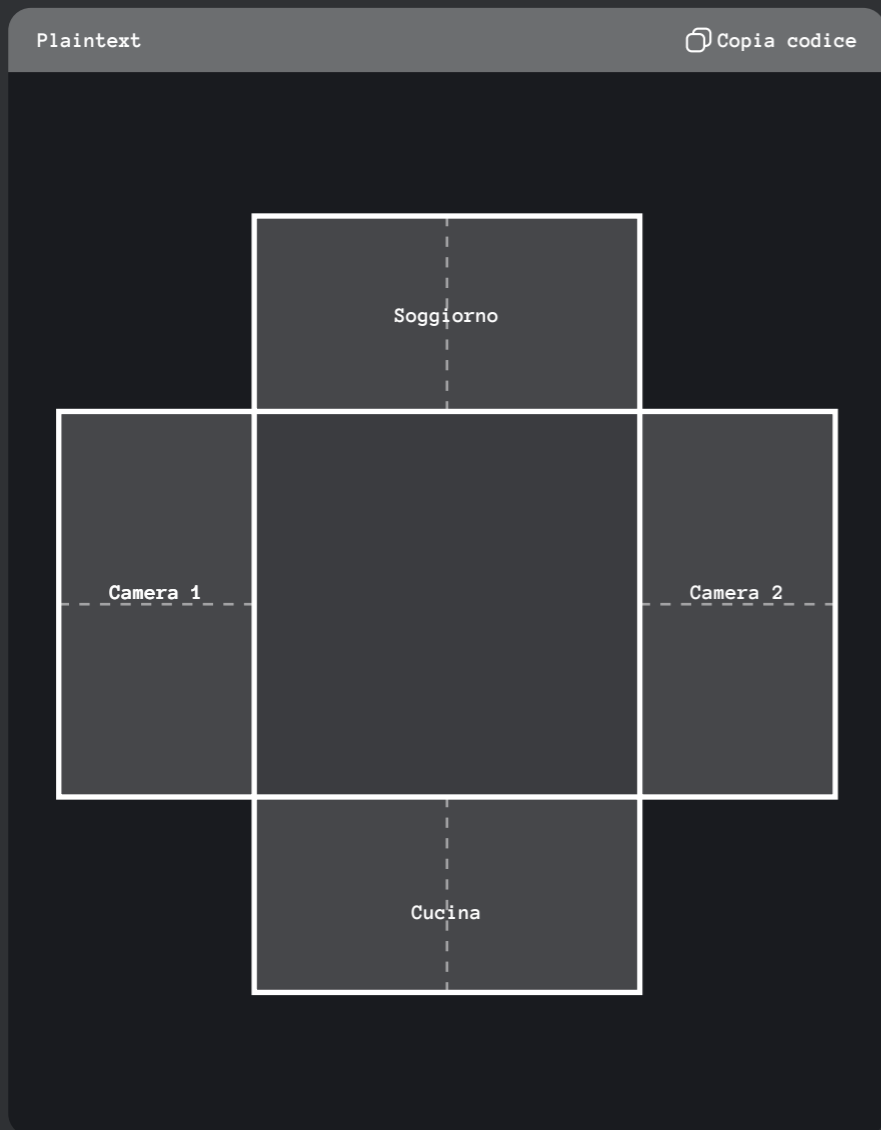


Mostrami diverse possibili soluzioni per la distribuzione di una villa a patio. Vorrei esplorare almeno due alternative, ciascuna con una configurazione unica che offra vantaggi diversi in termini di estetica, funzionalità e comfort.

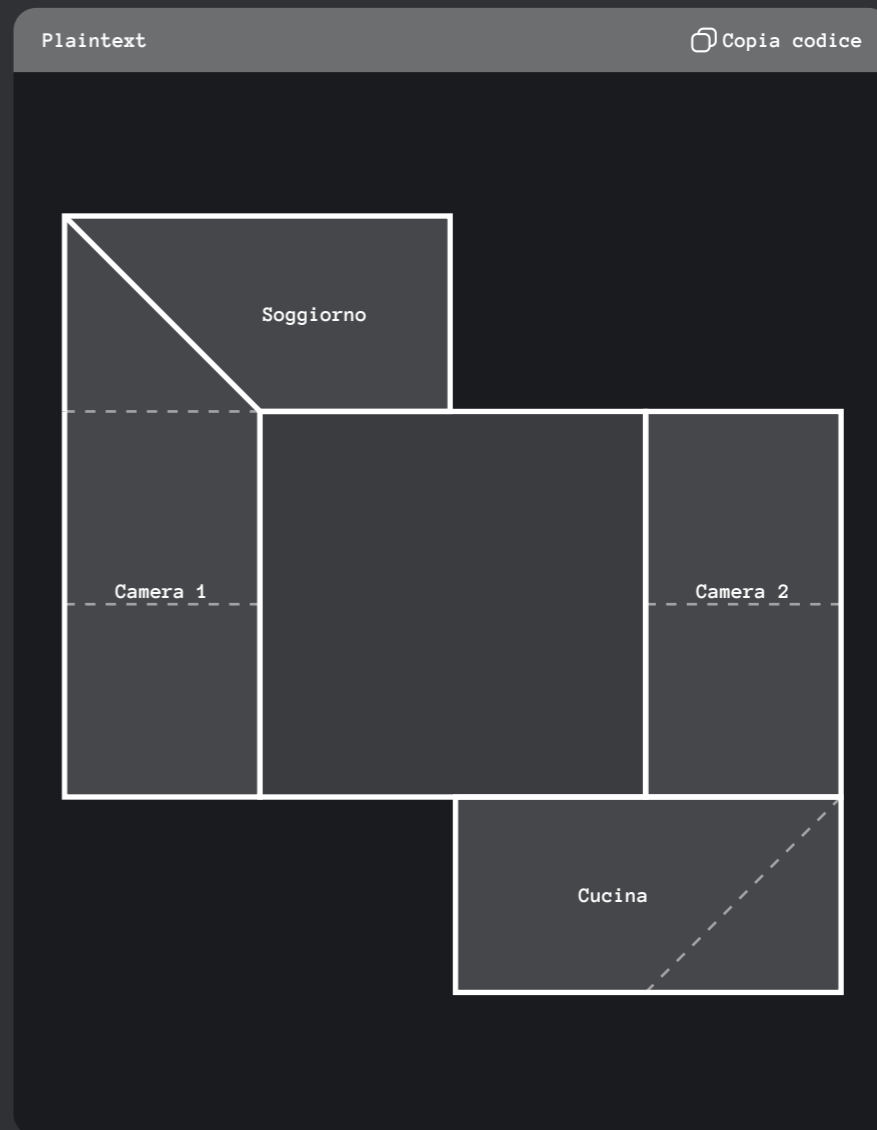
Per ogni soluzione, descrivi l'organizzazione degli spazi principali, come soggiorno, cucina e camere, evidenziando in che modo ciascuno di essi si affaccia o interagisce con il patio centrale o con altre aree esterne.

Spiega inoltre come sono collegati i vari spazi per favorire il flusso di circolazione all'interno della villa, e includi particolari architettonici come aperture o portici che valorizzano lo spazio.

**Soluzione 1:** Disposizione simmetrica, con il patio al centro e quattro spazi principali disposti su ogni lato. Questa soluzione offre un'ottima simmetria e accesso diretto al patio da tutte le stanze principali, creando una sensazione di equilibrio e uniformità.



**Soluzione 2:** Similarmente alla prima soluzione, ma con l'aggiunta di angoli diagonali in alcune stanze. Questa configurazione potrebbe migliorare la privacy o creare una vista più diretta verso il patio, oltre ad aggiungere una dinamica interessante negli spazi interni.



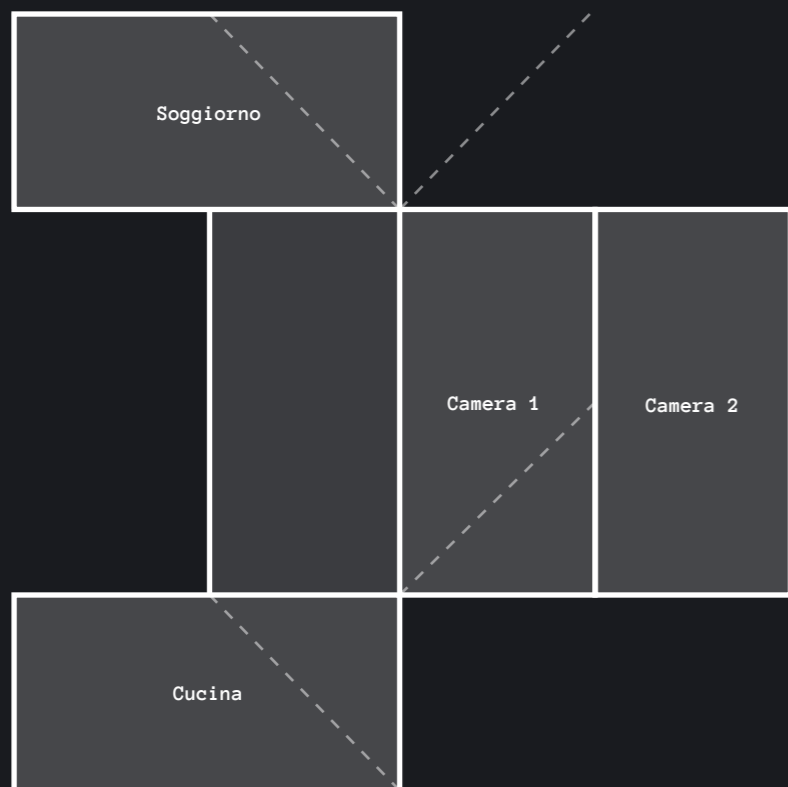


**Soluzione 3:** Organizzazione più asimmetrica, con il soggiorno e la cucina disposti lungo lo stesso lato del patio, e le camere da letto sull'altro lato. Questa configurazione può offrire una divisione più chiara tra le aree pubbliche e private, favorendo la privacy.



Plaintext

Copia codice



**Soluzione 4:** Anche questa soluzione è simmetrica, ma con un bagno al posto di uno dei quattro ambienti principali. Questa opzione potrebbe essere utile per chi desidera un facile accesso al bagno dalla zona patio, mantenendo una disposizione semplice e bilanciata.



Plaintext

Copia codice



#### 4.2.2 Esperimento 2

Dopo aver eseguito il primo tentativo, e dopo aver analizzato e determinato le caratteristiche del ragionamento di ChatGPT, ci siamo impegnati a migliorare il risultato in output. Sicuramente, nella prima fase, troppe informazioni sono state date per scontate; l'obiettivo, però, è stato quello di studiare come il modello comprende le informazioni di input e come, in qualche modo, riesce a tradurle in dati informatici. Quindi, non è di vitale importanza che l'output sia perfetto e paragonabile ad un disegno di un architetto, ma è importante che venga compresa la differenza tra un soggiorno e una camera da letto, oltre alle azioni che si svolgono in uno spazio senza che vengano esplicitate nel prompt.

Le prime difficoltà ci hanno portato a ipotizzare che il problema potesse risiedere non tanto nelle capacità grafiche di questo specifico modello, quanto nella struttura delle informazioni e della loro successione nel processo architettonico. Questa riflessione ci ha portato a rivedere l'intero flusso comunicativo tra noi e ChatGPT; di conseguenza, lo step successivo ha previsto la scomposizione del progetto in fasi sequenziali, rendendo possibile l'assimilazione di ogni singolo passaggio al modello, con la dovuta chiarezza.

Abbiamo quindi analizzato la natura complessa e iterativa del processo cliente – architetto. Siamo andati a identificare ogni parametro

significativo per il progetto; di conseguenza, li abbiamo suddivisi in modo ordinato affinché ChatGPT potesse comprenderli e organizzarli al meglio. Successivamente, invece di richiedere fin da subito una visualizzazione complessiva e finita, abbiamo frammentato le richieste in piccoli blocchi; alcuni esempi sono il posizionamento delle stanze rispetto al fulcro (che in questo caso è il patio), la definizione delle funzioni primarie e secondarie degli spazi e, infine, la disposizione delle aperture per favorire l'ingresso di luce naturale. Ogni parametro è stato poi reso accessibile tramite una rete di regole precise e ripetibili, le quali hanno permesso al modello di organizzare progressivamente la configurazione spaziale in modo strutturato.

Lo step successivo ha previsto la creazione di una *“tabella progettuale”*, nel cui interno è presente una *“maglia di informazioni”*; qui, ogni aspetto soggettivo (come la privacy o la flessibilità degli spazi) è stato tradotto in parametri architettonici concreti. Il passaggio fondamentale è stato la conversione di elementi qualitativi in elementi quantitativi. Con questa costruzione gerarchica abbiamo provato a creare delle correlazioni complesse tra i vari dati, simulando un processo decisionale in cui ogni input influenza la configurazione del risultato finale.

Di seguito, vengono elencati i prompt utilizzati con ChatGPT al fine di ottenere una suddivisione tipologica e, successivamente, una raffigurazione di tre clienti immaginari coinvolti nel processo:



Considera un cliente con esigenze specifiche per la progettazione di una villa. Ipotizza un profilo dettagliato del cliente, includendo i suoi bisogni e desideri particolari, e identifica gli spazi funzionali necessari per rispondere a tali esigenze. Definisci il numero e le tipologie di ambienti che meglio riflettono il suo stile di vita e le sue priorità.



Svilupa una tabella che organizzi gli spazi previsti per la villa in base alle tipologie di stanze, al numero di stanze richieste e alle caratteristiche specifiche che ciascuna stanza dovrebbe avere per soddisfare i bisogni del cliente. Per ogni tipologia di stanza, specifica le dimensioni, la funzionalità e i dettagli stilistici o tecnici rilevanti

Il cliente è una famiglia di quattro persone: due genitori che lavorano da casa e due figli adolescenti.

Di seguito vengono elencati gli spazi principali richiesti per rispondere alle loro esigenze:

- Camere da Letto: Quattro stanze individuali, con due camere principali dotate di bagno privato per i genitori e due camere per i figli, ciascuna con scrivania e area personale.
- Zona Studio: Spazio condiviso per i figli, con postazioni di studio separate e connessione internet veloce.
- Palestra Interna: Area fitness per tutta la famiglia, attrezzata con macchinari per esercizi e specchi.
- Cucina e Zona Pranzo Informale: Cucina open space con isola centrale, collegata a una zona pranzo informale per i pasti quotidiani.
- Salotto: Ampio e luminoso, con finestre sul giardino e predisposizione per l'intrattenimento.
- Giardino con Zona Relax: Spazio esterno per relax, pranzo all'aperto e piccolo orto.

Questa disposizione garantisce un ambiente confortevole e funzionale, in linea con le esigenze della famiglia, con spazi privati e aree comuni bilanciate per ogni membro.

Tipologia di stanza	Numero di stanze	Caratteristiche
Camere da letto	4	Camere individuali per ciascun membro della famiglia; due camere principali con bagno privato
Zona studio	1	Area comune per i figli, con scrivanie, scaffali e connessione internet
Palestra interna	1	Area attrezzata per esercizi con i pesi, con specchi e illuminazione adeguata
Cucina	1	Spazio open space con isola centrale, elettrodomestici moderni e accesso alla zona pranzo esterna
Salotto	1	Ambiente ampio e confortevole, con grandi finestre verso il giardino, predisposto per un sistema di intrattenimento
Zona pranzo	1	Collegata alla cucina, con tavolo per pasti in famiglia e accesso diretto al giardino
Giardino	1	Area verde con zona relax, tavolo per pranzi all'aperto e possibilità di inserire un piccolo orto

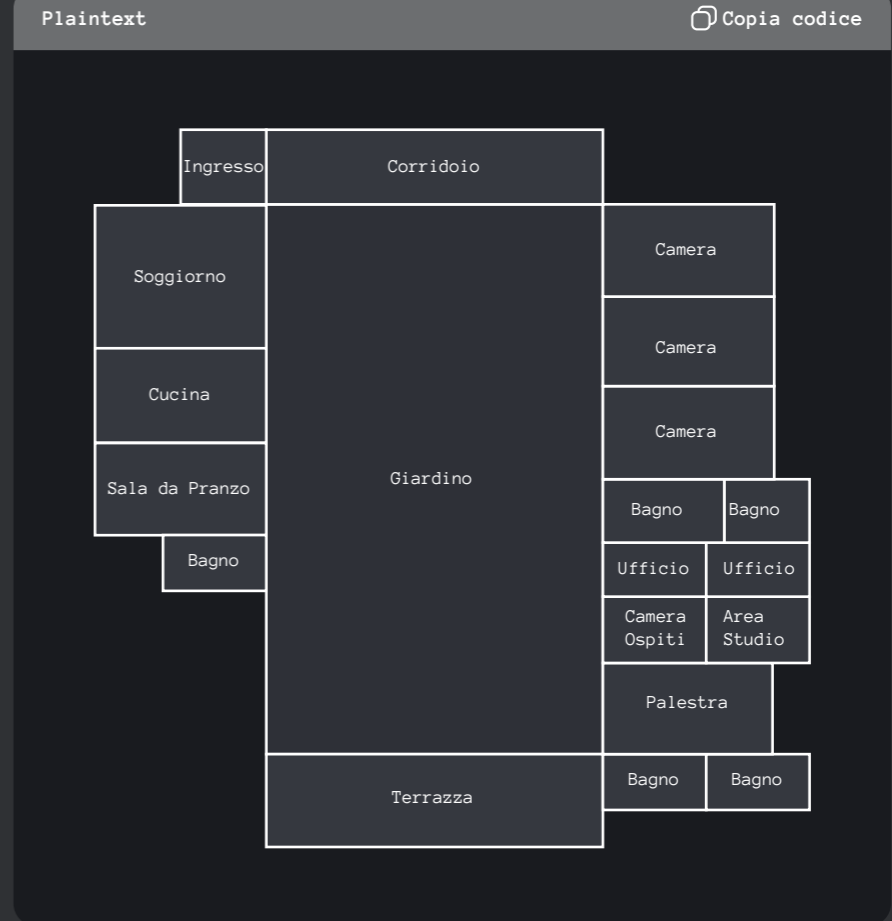


Crea una tabella che elenchi tutte le principali tipologie di ville, includendo le forme architettoniche che conosci, come ville a forma di patio, a pianta aperta o a sviluppo verticale. Per ciascuna forma, fornisci una breve descrizione delle caratteristiche chiave e dei vantaggi funzionali per i diversi stili di vita.



Confronta le informazioni ottenute dalle tabelle precedenti e progetta una planimetria per una villa con una forma specifica, come quella a patio. Considera le necessità del cliente e le caratteristiche distintive della forma scelta, organizzando gli spazi in modo da ottimizzare la disposizione degli ambienti e massimizzare il comfort abitativo.

Tipologia di villa	Descrizione
Villa a patio	Struttura con cortile centrale aperto attorno al quale si sviluppano gli ambienti, creando una connessione fluida tra interni ed esterni
Villa a schiera	Parte di un complesso di unità abitative contigue, con muri condivisi tra le ville, ciascuna con un ingresso indipendente
Villa su più piani	Villa su due o più livelli, ideale per ottimizzare gli spazi interni e separare le aree comuni da quelle private
Villa rustica	Architettura tradizionale, situata in contesti rurali o periferici, con materiali locali e ampie aree verdi esterne
Villa Moderna	Caratterizzata da linee pulite, ampie vetrate e un design minimalista; spesso con attenzione all'uso di materiali sostenibili
Villa di lusso	Spazi ampi e finiture di alta qualità, situata in zone esclusive; dotata di servizi aggiuntivi come piscina, spa e ampie aree ricreative interne ed esterne
Villa storica	Edificio con valore storico e architettonico, soggetto a vincoli di conservazione; caratterizzata da dettagli e materiali originali e di pregio



Una volta create le tabelle informative, abbiamo provato a generare una planimetria direttamente da ChatGPT. Va notata l'importanza del prompt utilizzato per ottenere il disegno planimetrico:

*"Patio di forma regolare (quadrata o rettangolare) con lati di almeno 5 metri; ambienti disposti lungo i lati del patio; aperture ampie verso il patio; area del patio proporzionale alla superficie totale della villa (almeno 20%)"*

Il prompt in questione è una semplice descrizione, non ha alcuna caratteristica rigida preceduta da un ragionamento; si può infatti notare come il patio può assumere la forma scelta dalla macchina, l'unica regola è la dimensione minima. Da questo ragionamento emerge un aspetto importante di questa ricerca: se immaginassimo un sistema di intelligenza artificiale in grado di creare forme geometriche, basterebbe semplicemente richiedere al sistema un semplice patio per ottenere poi una serie di configurazioni variabili legate proprio all'elemento richiesto.

Inoltre, analizzando il risultato e confrontandolo con il precedente esperimento, si può notare come sia migliorata la comprensione delle informazioni, oltre alla comunicazione visiva che diventa più chiara e leggibile. Questi aspetti sono estremamente rilevanti; ciò conferma che ChatGPT sia in grado di gestire tutte le informazioni ma, allo stesso tempo, non abbia la metodologia corretta dal punto di vista grafico. Nonostante si possano migliorare

o scomporre i passaggi, si è molto lontani da una rappresentazione architettonicamente corretta, mantenendo inoltre le informazioni intrinseche al progetto.

Possiamo affermare che la prima fase di visualizzazione grafica ha rivelato grossi limiti: nel tentativo di rappresentare altre tipologie di ville, il modello non è riuscito a mantenere il flusso di prompt a cascata, perdendo molte informazioni durante la chat e, spesso, ricominciando da capo nella generazione. L'esperienza fatta da questa sperimentazione ci permette di dire che il modello a cascata funziona, ma è possibile usarlo singolarmente, in modo tale da evitare che vengano commessi degli errori che implicino il dover ricominciare.

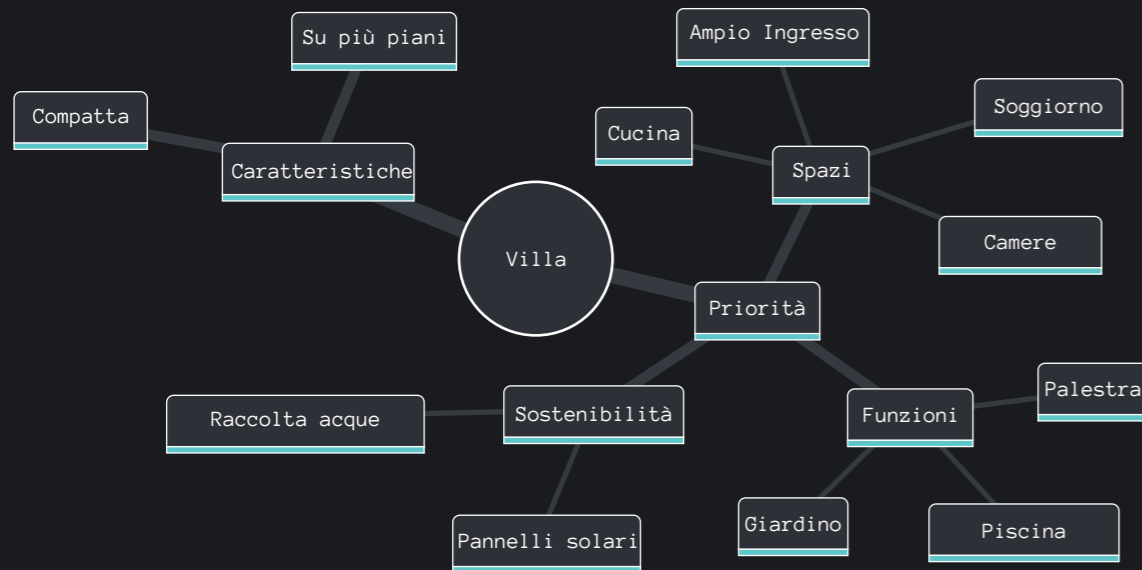
### 4.2.3 Esperimento 3

Dopo aver capito il funzionamento di ChatGPT e aver ottenuto un output grafico, abbiamo provato a percorrere una strada differente: creare un dialogo attraverso i diagrammi. Questa soluzione nasce dal tentativo di abbandonare il modello a cascata, al fine di ottenere un modello gerarchico. Da questo momento in poi, utilizziamo nella sperimentazione un sistema di scrittura informatico, creato per la visualizzazione di diagrammi: *Mermaid*.

*Mermaid* è uno strumento per la creazione di diagrammi e grafici basato su JavaScript; utilizza definizioni di tipo *markdown*<sup>44</sup> per la creazione e la modifica in modo dinamico.

<sup>44</sup> Markdown è un linguaggio di markup leggero per formattare testo in modo semplice e leggibile, utilizzato per documenti, siti web e piattaforme online.

Tra i vantaggi di questo strumento si trovano l'interazione con altri sistemi digitali, la semplificazione di concetti complessi e la comunicazione chiara e strutturata. Questa soluzione permette di mantenere una discreta flessibilità e l'adattabilità delle richieste; inoltre, durante la scrittura del codice è possibile creare una "gerarchia informatizzata", la quale interagisce direttamente con il diagramma.



[Figura 6] Illustrazione grafica di un diagramma Mermaid.

Il dialogo con ChatGPT attraverso l'uso dei diagrammi ha permesso di ridurre notevolmente il numero dei prompt; inoltre, questo sistema ha permesso l'interazione di più richieste progettuali contemporaneamente. L'obiettivo di questa parte di sperimentazione è stato quello di generare un edificio a partire da un diagramma, introducendo

un ulteriore tipo di modellazione. Dopo aver testato le capacità di ChatGPT nello scrivere codici, abbiamo provato ad abbandonare il disegno 2D e approcciare direttamente alla modellazione tridimensionale; per fare ciò abbiamo fatto scrivere i comandi al sistema per poi automatizzare il risultato. Questo passaggio è avvenuto attraverso l'uso di *Grasshopper*<sup>45</sup>, dopo aver generato uno script che ci ha permesso di dialogare dentro il programma con ChatGPT.

Abbiamo fatto dialogare un diagramma con l'intelligenza artificiale e, dopo aver ottenuto il codice di programmazione dalla macchina, siamo riusciti a generare un volume; in questo modo è stato possibile prefigurare il modello di una villa, non potendo però reiterare il modello o modificarlo.

Di conseguenza, non potendo intervenire sull'oggetto creato (che è molto importante nella progettazione) abbiamo iniziato a rivedere questo tipo di approccio. In ogni caso, analizzando il *workflow operativo*, che è composto da tre passaggi, si ottiene:

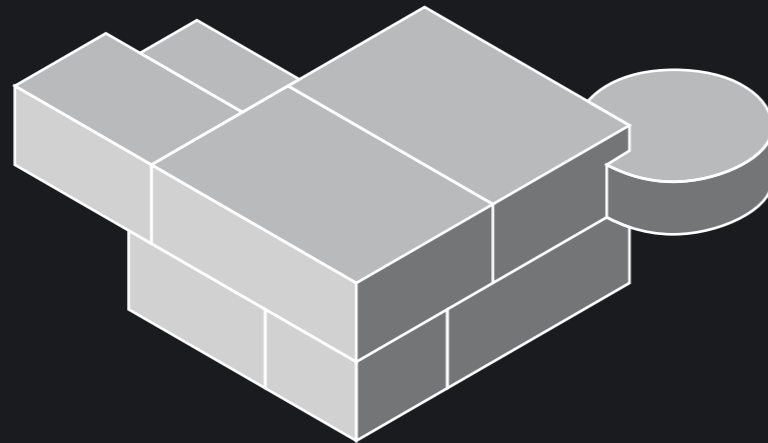
- Creazione delle richieste progettuali;
- Traduzione in un diagramma mermaid;
- Creazione del codice per la volumetria.

Nello step successivo, abbiamo provato a modellare il "centro di ricerca nazionale per l'intelligenza artificiale", aumentando il numero di ragionamenti, oltre al grado di complessità. I risultati ottenuti sono stati poco chiari: hanno dimostrato molti errori di comprensione e una

<sup>45</sup> Grasshopper è un software di modellazione parametrica integrato in Rhinoceros, utilizzato per creare geometrie complesse tramite algoritmi visivi.

reale difficoltà nella gestione delle informazioni. Dopo queste conclusioni, abbiamo quindi scelto di scartare anche questo tipo di approccio.

[Figura 7] Rappresentazione grafica del modello realizzato attraverso l'uso di Grasshopper.



#### 4.2.3 Esperimento 4

Dopo aver sperimentato tre soluzioni differenti, abbiamo riflettuto sul nostro intento. L'obiettivo finale non è mai stato quello di ottenere un sistema di modellazione "finito", ma cercare una strada per poter guidare ChatGPT e, di conseguenza, ricreare il passaggio di un processo architettonico. Al centro di tutto ciò, due idee importanti: la *modifica* e l'*automazione*.

Per queste ragioni abbiamo ridotto la richiesta grafica a ChatGPT a favore di un maggior numero di informazioni e una maggior flessibilità progettuale. Abbiamo quindi provato a semplificare i dati di output, che adesso vengono rappresentati come diagrammi di

flusso oppure concept in ASCII<sup>46</sup>, una semplice visualizzazione grafica alla base dell'informatica.

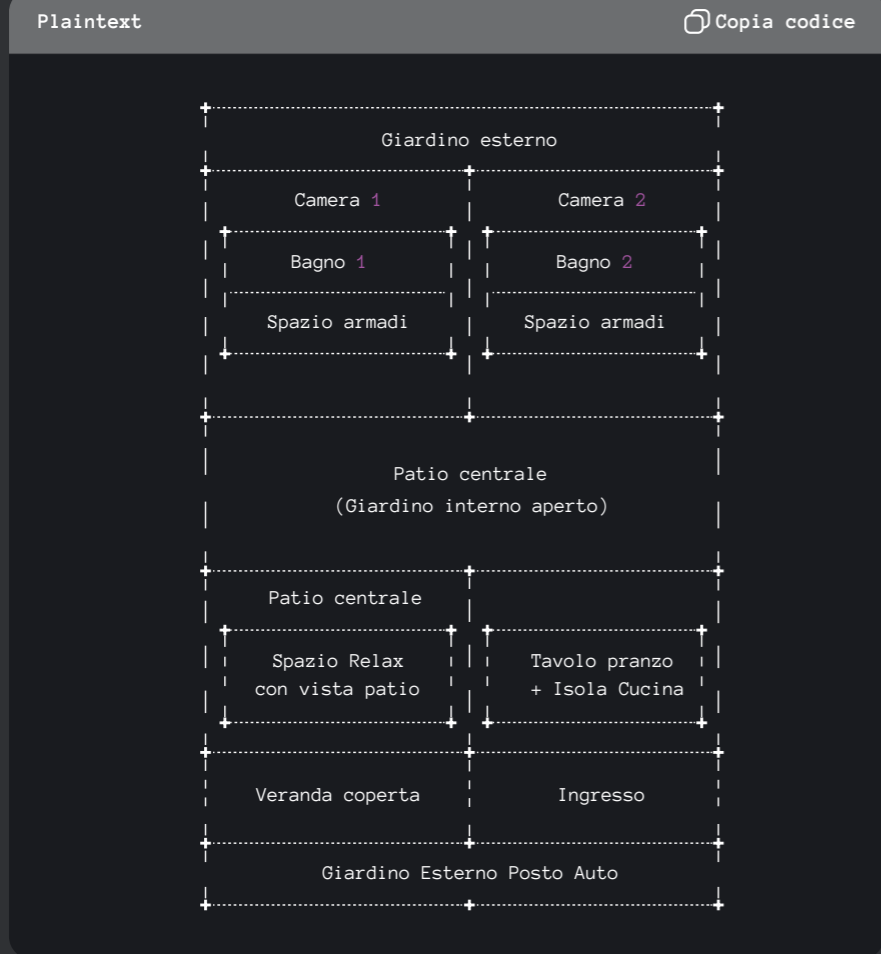
L'adozione di questo metodo di scrittura ha introdotto nuovi vantaggi nella sperimentazione: questa rappresentazione, seppur elementare, ha consentito una visualizzazione chiara dei dati, permettendo a ChatGPT di collegare le informazioni con precisione e coerenza, riducendo sensibilmente il margine di errore. Un aspetto fondamentale, che è emerso da questo processo, è la capacità del sistema nel gestire un elevato numero di informazioni; ciò avviene attraverso l'uso dei diagrammi di flusso, grazie ai quali vengono rappresentati i legami tra gli elementi architettonici e le relazioni funzionali. Tutto ciò si è rivelato un punto di forza notevole: la capacità di collegare e correlare i dati permette di ottenere un insieme di output significativi, nonostante si parta da un insieme relativamente ridotto di input.

In conclusione, l'uso di un approccio basato su diagrammi di flusso ha evidenziato come ChatGPT riesca a processare le informazioni, organizzando le soluzioni attraverso la reiterazione delle stesse. Sfruttando questo tipo di approccio, ogni aspetto del progetto è stato correlato con altri elementi pertinenti; ciò ha permesso di ottenere una mappatura accurata delle interazioni spaziali e funzionali della villa. Quindi, il modello è stato in grado di simulare un processo iterativo, affinando progressivamente la configurazione spaziale e migliorando la propria comprensione dei requisiti grazie ad un costante ritorno sui dati forniti.

<sup>46</sup> L'ASCII (American Standard Code for Information Interchange) è un sistema di codifica che rappresenta caratteri e simboli attraverso valori numerici, usato nei computer per lo scambio e l'elaborazione di dati testuali.



Analizza i dati forniti relativi al cliente ‘tipo’, organizza le informazioni in base alle esigenze spaziali e crea un output rappresentativo attraverso un diagramma semplificato in formato ASCII. Assicurati che il diagramma illustri chiaramente le relazioni funzionali e spaziali tra i vari elementi.



## 4.3 Si può guidare ChatGPT?

Al termine di questa fase sperimentale, ci siamo posti diverse domande che vanno oltre il semplice uso dell'intelligenza artificiale come strumento di progettazione. Ciò che è emerso dagli esempi mostrati in precedenza è che, pur avendo raggiunto dei risultati quanto più soddisfacenti, il modello si scontra con i limiti intrinseci alla sua natura. La domanda che ha accompagnato la fase di sperimentazione è stata: “*si può guidare ChatGPT?*”. Attraverso questo interrogativo ci siamo iniziati a domandare se fosse realmente possibile guidare un modello di intelligenza artificiale verso l'apprendimento delle dinamiche che si celano dietro un progetto di architettura.

Riflettendo sul ruolo dell'intelligenza artificiale nel progetto architettonico, ci siamo rifatti ancora una volta all'esperienza di Albena Yaneva. Nello specifico, nel libro “*Made by the Office for Metropolitan Architecture: An Ethnography of Design*”<sup>47</sup> emerge come l'architettura non sia un risultato statico, quanto un processo vivo e in continua trasformazione. I diagrammi o le rappresentazioni sono strumenti che conferiscono all'architetto la capacità di deviare il progetto a fronte di una nuova controversia; in tal senso, l'architettura è un sistema complesso, frutto di una negoziazione continua tra la forma, la funzione, il contesto e gli utenti. A differenza di questo approccio, il metodo a cascata di ChatGPT evidenzia

<sup>47</sup> YANEVA, A. (2009). *Made by the Office for Metropolitan Architecture: An Ethnography of Design*. Rotterdam: 010 Publishers.



la difficoltà nell'adattarsi a nuove variabili, generando risposte che tendono ad essere prive di senso e di continuità progettuale.

Durante la sperimentazione, un primo tentativo per superare questa rigidità è stato l'adozione della *“traduzione diagrammatica”* e, successivamente, nel markup testuale grazie a strumenti quale Mermaid. Nonostante l'introduzione di questo sistema, la capacità di rispondere in modo flessibile alle nuove informazioni, alle modifiche o alle variazioni proposte, non ha raggiunto i livelli desiderati. Mario Carpo, nel suo *“The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence”* sottolinea un concetto fondamentale: il potenziale dell'automazione risiede nella capacità di assorbire regole predefinite, ma anche di integrarsi in modo fluido con il processo umano, attraverso iterazioni continue e adattamento alle nuove eccezioni emerse. La mancanza di quest'ultimo concetto emerge proprio dallo studio svolto: un sistema come ChatGPT può solamente implementare una sequenza, senza possibilità di deviarla facilmente.

Nel progetto architettonico, la rispondenza alle variazioni non è solo accettabile, ma anche necessaria. Se la progettazione assistita da intelligenza artificiale permette di ottenere molteplici soluzioni, di contro rimane la capacità di rispondere ad elementi qualitativi e a tradurli in soluzioni. Occorre quindi trovare una soluzione, sviluppando un linguaggio che sia condiviso tra l'architetto e il modello di intelligenza artificiale, includendo tutti quegli

aspetti soggettivi che la macchina non è in grado di generare. Come evidenzia Bottazzi, una delle problematiche è proprio l'assenza di un'interfaccia che consenta al progettista di interagire in modo continuo con la macchina.

In conclusione, la fase di sperimentazione è quindi distinta in quattro esperimenti, ognuno dei quali è classificabile; ad esempio, possiamo suddividerli in:

1. *Esplorazione*: otteniamo come risultato un disegno da ChatGPT, il quale attesta la capacità nel restituire un output grafico.
2. *Organizzazione dei dati*: il risultato è una classificazione delle diverse ville da parte di ChatGPT, uno step necessario che include, nella parte finale, anche un disegno.
3. *Diagrammi*: dopo aver dialogato con la macchina attraverso diagrammi, si è riscontrato un netto miglioramento nella comprensione delle richieste.
4. *Semplificazione*: attraverso il linguaggio ASCII la macchina restituisce un output grafico semplificato.

Occorre quindi trovare una soluzione che ci permetta, come sottolinea Bottazzi, di interagire in modo continuo con la macchina. Nello specifico, per risolvere la nostra idea personale, servirebbe un sistema che coniughi l'organizzazione dei dati con una rappresentazione semplificata, risolvendo uno dei grandi limiti che presenta ChatGPT, ovvero la modifica del prompt a cascata, guidando il modello di intelligenza artificiale verso quelle che sono le nostre specifiche richieste.



05

AI nel processo  
architettonico

## 5.1 Mappa attori-attanti

*L'architettura non è solo una rappresentazione statica ma una rete di azioni e reazioni che riflettono conflitti e negoziazioni sociali e tecniche  
(Yaneva, 2009)*

Il processo architettonico è un sistema complesso di interazioni tra molteplici attori e attanti; nella sua dimensione fisica, racchiude la storia di conflitti e negoziazioni tecniche e sociali, riflettendo la complessità del mondo che l'ha generata. Nello specifico, gli attori sono i committenti, gli enti pubblici e qualsiasi figura che prende decisioni e agisce direttamente sul progetto; gli attanti, sono invece gli oggetti e gli strumenti che mediano le interazioni.

La digitalizzazione di questa continua interazione permette la trasposizione di questa mappa in un contesto nuovo, il quale consente la creazione e la modifica continua degli scenari; nello specifico, questa digitalizzazione può avvenire attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale. Infatti, i sistemi basati sul LLM, hanno la possibilità di comprendere le diverse situazioni e, di conseguenza, possono ricreare in modo variabile il contesto variegato delle relazioni.

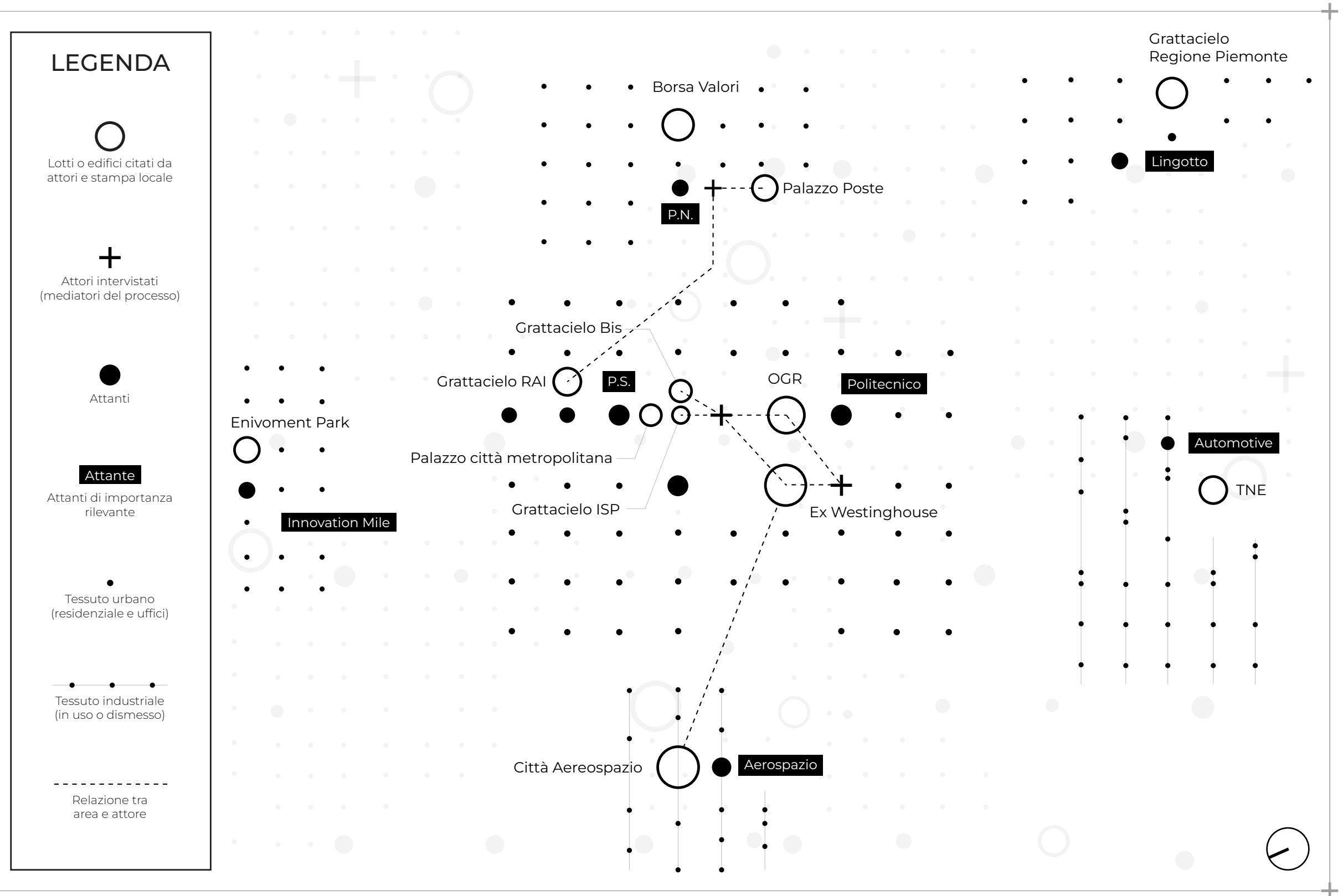
Quindi, rendendo digitali queste interazioni sono più semplici da analizzare e manipolare, aprendo così nuove prospettive per la generazione di soluzioni progettuali. Attraverso l'uso di questi strumenti si possono svolgere valutazioni e simulazioni; in altre parole, il progettista è in grado di simulare l'impatto delle decisioni di ogni singolo attore e può comprendere in dettaglio come i diversi attanti influenzino il progetto. Ciò consente di valutare le opzioni progettuali in modo completo.

L'obiettivo è quello di trasferire la complessità del processo architettonico in un mondo in cui è possibile modificare costantemente ogni variabile; inoltre, permettere di gestire il qui e ora attraverso degli strumenti legati alla percezione, eliminando la ricerca costante di oggettività che, talvolta, genera problemi nella creazione della realtà.

Tradizionalmente, la teoria dell'architettura tende a concentrarsi sulla figura del soggetto-autore, attribuendo al progettista un ruolo centrale, quasi demiurgico. Al contrario, l'intelligenza artificiale e i sistemi digitali, con la loro capacità di analizzare e gestire sistemi complessi, spingono a superare questa visione autorale, favorendo un approccio sistemico e spostando l'attenzione dal progettista all'interazione tra gli elementi facenti parte del processo. Per poter eseguire questo passaggio è necessario trasferire le narrazioni autoriali al contesto, spesso fondate su intuizioni e visioni personali, in modo tale che la macchina possa vedere le varie realtà del progetto.

Tutte queste informazioni, quindi, devono essere trasferite e organizzate in maniera da permettere il supporto al processo decisionale. Diventa necessaria una ricerca per convertire in digitale la mappa attori attanti, un metodo che tracci le relazioni del progetto in un documento iterabile, dal quale possano nascere i possibili scenari.

Nella pagina accanto è possibile osservare la mappa attori-attanti organizzata sul tessuto della città di Torino.



## 5.2 Matrice attori-attanti

L'introduzione dell'intelligenza artificiale nel progetto architettonico offre nuove opportunità di esplorazione e analisi ma, allo stesso tempo, amplifica la complessità del processo progettuale. Per queste ragioni è importante stabilire un raggio d'azione chiaro interno al processo, definendo i compiti che devono essere svolti e automatizzati da sistemi di questo genere. La complessità di un modello di intelligenza artificiale deve essere gestita con estrema semplicità, altrimenti il risultato che si ottiene è l'opposto, ovvero il rallentamento del processo di progettazione. Diventa fondamentale l'utilizzo di un metodo che permetta di leggere una quantità elevata di dati, li faccia interagire fra loro e trovi facilmente una soluzione alla controversia.

Analizzando le relazioni che emergono da un progetto architettonico che creano la mappa attori-attanti, possiamo notare come queste siano una serie di informazioni non solo collegate, talvolta anche interconnesse. Per leggere queste informazioni è importante scomporre i dati, inserendoli in testi o tabelle, al fine di mantenere le relazioni. In questa fase la macchina ha il solo compito di assistere e analizzare i diversi sviluppi, ipotizzando molteplici punti di vista; è importante che, in una determinata situazione, non si cerchi un solo risultato, bensì si applichi un test relativo a diverse soluzioni contemporaneamente,

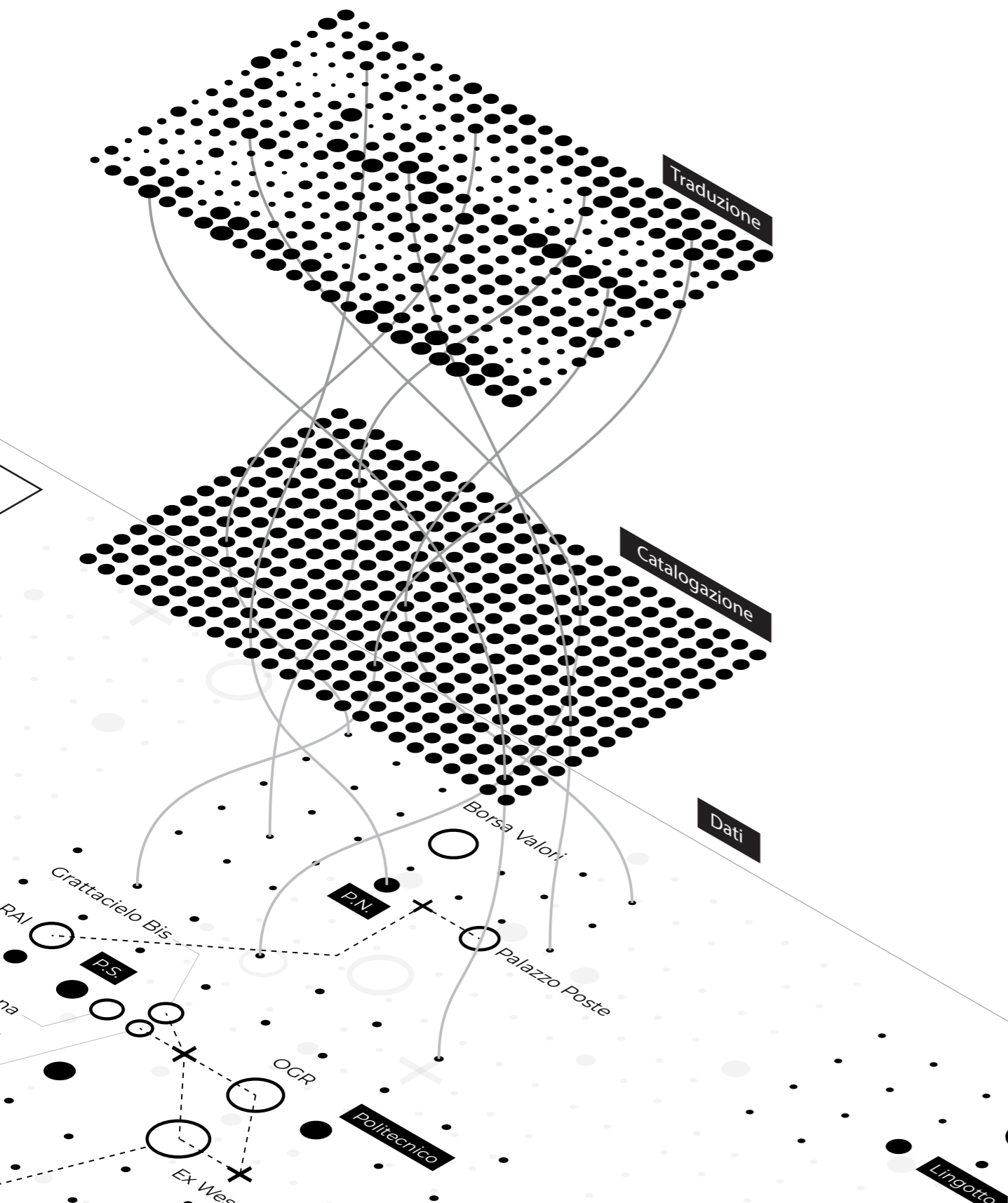
mostrando gli eventuali problemi che possono scaturire durante la fase di progettazione.

Quando tutte le informazioni della mappa attori-attanti vengono integrate nel contesto digitale, attraverso una traduzione in *matrice*<sup>48</sup>, è possibile visualizzare simultaneamente scenari futuri differenti. Come evidenzia Carpo, l'obiettivo non è tanto la previsione precisa di ogni scenario possibile, ma la raccolta di informazioni capaci di stimolare la generazione di soluzioni progettuali innovative. Quindi, organizzando i dati in matrici, si ottengono risultati relativi sia alle richieste progettuali che alle analisi territoriali; queste tabelle, collegate da numerosi riferimenti, potrebbero risultare di difficile gestione per una lettura completa e manuale. È quindi essenziale organizzare i dati in gruppi informativi, traducendoli in un database strutturato su diversi *layer* e gradi di lettura; in questo modo, richiamando dati specifici, l'utilizzo di sistemi LLM può fare interagire i vari elementi correlati, ricreando un contesto in cui le variabili e i parametri interagiscono fra loro.

In un contesto come quello descritto, si può quindi parlare di *matrice attori-attanti*: tutte le informazioni, implicite o esplicite, derivanti da articoli o interviste, trovano una collocazione precisa, attivabile solo quando richiesto. Questo approccio consente un accesso mirato ai dati rilevanti e la costruzione di scenari interattivi e flessibili, fondati sulla complessa rete di connessioni proprie del progetto architettonico.

Di seguito la rappresentazione della matrice attori-attanti.

<sup>48</sup> In informatica, una matrice è una struttura dati bidimensionale che memorizza elementi in righe e colonne, utilizzata per gestire dati tabulari, elaborare immagini o eseguire calcoli matematici complessi.



## 5.3 Scomporre il processo architettonico

Il risultato che si ottiene da un processo architettonico consiste nella generazione di elaborati come planimetrie, prospetti, sezioni, e tutta una serie di informazioni necessarie a comunicare efficacemente le idee progettuali. Per giungere a questo risultato, occorre effettuare delle scelte chiave, capaci di influire e arricchire l'evoluzione del disegno architettonico. Queste decisioni si possono classificare in categorie, tra cui le scelte relative alle funzioni del progetto, quelle riguardanti la forma architettonica e, infine, le scelte inerenti alle tecnologie costruttive.

Normalmente, queste tipologie seguono un ordine cronologico, il quale implica la determinazione delle funzioni da inserire nel progetto, seguita dalle decisioni sulla forma, per concludersi con la definizione dell'aspetto e dei materiali. In questo processo, la selezione delle funzioni rappresenta il primo livello decisionale che deve interagire con la mappa attori-attanti, poiché questa fase si concentra sul risolvere le controversie e le richieste poste dagli attori stessi. Una volta risolte le problematiche funzionali, emergono le linee guida per definire la forma; vengono fornite le informazioni necessarie a trasformare le richieste degli attori in una realtà architettonica concreta.

Per ottimizzare il processo decisionale nel contesto digitale, si è ritenuto fondamentale scomporre le fasi progettuali in funzione del numero e della complessità delle varianti presenti. Questa struttura è stata suddivisa in tre fasi principali:

1. *Fase decisionale*: è una fase caratterizzata da un numero virtualmente infinito di varianti, poiché include tutte le possibili scelte legate al sito, alle funzioni del progetto e alle interazioni previste tra gli elementi del contesto. In questa fase si definiscono le basi che, successivamente, daranno forma alle decisioni progettuali;
2. *Fase di progettazione architettonica*: il numero di varianti si riduce e il progetto inizia a prendere forma attraverso le richieste degli attori individuati nella fase decisionale. Qui l'apporto creativo dell'architetto gioca un ruolo decisivo, rendendo difficile da prevedere l'evoluzione del progetto. In questa fase, infatti, la *mano del progettista* rappresenta una componente aleatoria, influenzata dalle preferenze stilistiche e dalle scelte estetiche che trasformano la struttura concettuale in un progetto reale.
3. *Fase di ingegnerizzazione*: in questa fase il progetto passa dall'idea alla definizione tecnica dei dettagli; le soluzioni iniziali vengono raffinate e formalizzate in output specifici. Sebbene le possibilità di modifica siano ridotte rispetto alle fasi precedenti, rimane possibile apportare cambiamenti mirati per ottimizzare il

progetto dal punto di vista funzionale e costruttivo.

Quindi, dopo aver tradotto la mappa attori-attanti in una matrice, è stato necessario comprendere come tali informazioni potessero inserirsi nel processo, supportando le decisioni guidate dall'intelligenza artificiale. Scomponendo il processo decisionale, ci siamo posti l'obiettivo di identificare in quali fasi potessero essere implementate delle automatizzazioni che permettessero di simulare il maggior numero di varianti. La questione principale è stata se, grazie ai dati disponibili, fosse possibile creare un algoritmo che, oltre a supportare il progettista, automatizzasse la creazione degli scenari, determinando al contempo gli output fondamentali che indirizzano il progetto verso le soluzioni ottimali.

L'automazione, in questo contesto, non mira solo a fornire una soluzione progettuale, ma propone un ventaglio di possibilità che tengono conto delle variabili presenti in ciascuna fase, consentendo di testare simultaneamente molteplici ipotesi. Da qui l'idea che i motori di linguaggio avanzati come gli LLM, possono facilitare il processo architettonico, richiamando un dato solo se pertinente alle esigenze specifiche del progetto. L'ipotesi attuale è che, attraverso un sistema di intelligenza artificiale avanzato, è possibile gestire l'interazione tra variabili e parametri, adattando il progetto alle scelte dell'architetto.

## 5.4 Inserirsi in una fase del processo

*L'automazione ha il potenziale di espandere la visione del progettista, permettendogli di esplorare percorsi creativi attraverso una serie di opzioni simulate  
(Bottazzi, 2018)*

Unavoltascompostoilprocessoarchitettonico,è necessariodeterminarecomeedoveintervenire per ottimizzare le fasi progettuali. A tal fine, sono state condotte numerose valutazioni, in modo da integrare le capacità dell'intelligenza artificiale nelle decisioni progettuali. Inizialmente, il processo architettonico è stato suddiviso in fasi di dimensioni ridotte, in cui si è simulata una volumetria e, successivamente, i possibili orientamenti dell'edificio. Questo espediente ha permesso di constatare ancora una volta quanto il disegno architettonico sia ricco di informazioni implicite, le quali si rivelano efficaci per risolvere i problemi della progettazione.

Come sostiene Roberto Bottazzi, l'introduzione dell'intelligenza artificiale nel processo architettonico non lo semplifica, ma permette una riorganizzazione complessiva della progettazione, attraverso fasi più definite e modulari. Di conseguenza, abbiamo riconsiderato il ruolo dell'intelligenza artificiale; nello specifico, siamo ripartiti dalla

sperimentazione con ChatGPT per gestire le grandi quantità di dati. Entrando nel dettaglio, l'obiettivo è diventato ora la conversione di dati e informazioni in una visione progettuale precisa, evitando l'intervento manuale su una possibile variante progettuale proposta dal modello. Questo approccio ha concentrato l'attenzione sulle decisioni che non necessariamente intervengono sulla forma architettonica ma, allo stesso tempo, richiedono un contesto informativo robusto.

Nel nostro specifico caso, l'assenza di un luogo predefinito ha rappresentato un ostacolo importante, in quanto la scelta del sito avrebbe influenzato inevitabilmente l'evoluzione del progetto. Posizionarsi nel lotto ideale può sembrare semplice ma, motivare adeguatamente tale scelta richiede un'analisi complessa e una revisione costante delle informazioni legate al progetto. Diversamente, un sistema automatizzato permette di ricercare la soluzione ottimale, di iterarla e, infine, di testare un'ampia gamma di alternative, attraverso la modifica delle richieste oppure ipotizzando dei contesti differenti.

Esaminando le capacità di ChatGPT, abbiamo notato che il problema principale non riguarda tanto la ricerca di una forma, bensì la necessità di una visione progettuale in grado di esplorare una moltitudine di soluzioni differenti. Per queste ragioni abbiamo deciso di focalizzarci sulla prima fase del progetto, adottando un sistema di intelligenza artificiale per ottenere degli scenari progettuali preliminari; ciò avviene attraverso la selezione di parametri chiave ad



ogni progetto, senza coinvolgere il sistema direttamente nella modellazione. Tuttavia, una delle sfide principali è l'implementazione e l'automazione di ChatGPT, al fine di ottenere un'interazione rapida e sistematica delle varianti progettuali.

## 5.5 Scegliere uno strumento

Dopo aver analizzato il processo architettonico ed aver scelto in quale fase inserirci, considerando la tipologia di progetto e la controversia da affrontare, è essenziale chiarire il concetto di automazione così com'è stato inteso in questo contesto. Automazione, infatti, si riferisce a:

*L'impiego di un insieme di mezzi e procedimenti tecnici che, agendo opportunamente su particolari congegni o dispositivi, assicurano lo svolgimento automatico di un determinato processo  
(Treccani)*

Questo approccio non riduce la scelta del luogo ad un semplice passaggio del progetto, ma consente all'architetto di valutare rapidamente i potenziali sviluppi in funzione della scelta del sito. Un punto di partenza per questa analisi è stato l'interrogarsi su come avviene la scelta di un luogo in contesti simili. Per eseguire questo passaggio è necessario scomporre il progetto

in fasi "secondarie" che, attraverso i prompt a cascata e l'analisi dei risultati, permettono di raggiungere delle conclusioni supportate dai dati. Attraverso l'uso di ChatGPT è stato possibile ottenere output utili e pertinenti, dimostrando come attraverso le giuste indicazioni (prompt), questo sistema riesca ad orientarsi verso soluzioni efficaci. Al fine di migliorare questo *workflow*, si è sperimentato l'uso di una piattaforma innovativa chiamata *Rivet*, con l'obiettivo di trasferire le informazioni del progetto, facilitando l'individuazione del sito ottimale per la collocazione del centro di ricerca.

La scelta di *Rivet* come strumento di supporto è basata sulla volontà di esplorare le potenzialità dell'intelligenza artificiale nella fase iniziale del processo architettonico; questo è un momento in cui la definizione dei dati e delle possibili interazioni costituisce una base fondamentale per lo sviluppo del progetto. Va sottolineato che *Rivet* non è uno strumento tradizionale realizzato per architetti; l'utilizzo di questo software è però motivato dalla capacità di gestire e integrare un sistema di intelligenza artificiale, nel momento in cui la fase di disegno tradizionale è ancora poco presente. Diversamente, le informazioni essenziali per la definizione del progetto sono già strutturate e disponibili al progettista. La preferenza di uno strumento puramente informatico risiede quindi nella sua efficienza nel gestire grandi quantità di dati e, soprattutto, nel gestire elementi altamente variabili.

*Rivet* si distingue quindi per la sua capacità di integrarsi con qualsiasi motore di intelligenza

artificiale; il programma permette la definizione di un dataset di prompt da porre a ChatGPT, facilitando l'ottenimento di risposte specifiche. Inoltre, a differenza di un sistema di intelligenza text to text cosiddetto "a cascata" (proprio come ChatGPT), è possibile modificare e interagire con i dati di input, generando nuove prospettive progettuali. Tuttavia, i vantaggi di questo strumento sono molto ampi: con Rivet è possibile variare continuamente i dati; ciò permette di approfondire quelle che sono le interazioni fra le diverse variabili, superando un grosso limite riscontrato durante la fase di sperimentazione.

Quindi, l'impiego congiunto di Rivet e di un motore di intelligenza artificiale permette di raccogliere e riprodurre un processo logico, il quale può essere modificato e (soprattutto) iterato continuamente, facilitando il test delle diverse soluzioni nella fase iniziale del processo. Questo approccio permette, attraverso una competenza informatica di base, lo sviluppo di un assistente "intelligente" a supporto del processo decisionale. Di conseguenza, questo strumento può essere utilizzato per risolvere la controversia elencata nei paragrafi precedenti; infatti, utilizzando Rivet e ChatGPT come motore, si può:

1. *Definire il luogo ideale*: dopo aver creato un algoritmo e aver creato un'interazione con ChatGPT, è possibile elaborare i dati e ottenere come output il sito più idoneo alla realizzazione del centro di ricerca. Sfruttando le potenzialità di Rivet è anche possibile ottenere un report dove il sistema esprime

le motivazioni della scelta e crea anche una breve stima dei costi;

2. *Dimensionare il progetto*: l'algoritmo può trasformare i ragionamenti del progettista (che vengono inseriti come database) in un calcolo automatizzato. Di conseguenza, è possibile ottenere un'indicazione legata alla suddivisione in locali, ognuno di essi dimensionato secondo il numero ipotizzato di occupanti.
3. *Creare un concept*: attraverso i dati presenti nell'algoritmo, ChatGPT è in grado di produrre diverse opzioni per la distribuzione funzionale degli spazi. Il risultato che si ottiene è quindi un concept realizzato attraverso il codice ASCII.

Attraverso l'introduzione di Rivet si può quindi creare un processo innovativo, dove l'architetto ha sempre il controllo di quello che succede; di conseguenza, il progettista può testare o modificare le ipotesi che la macchina propone, adattando ogni soluzione alle proprie esigenze. Bisogna specificare che l'utilizzo di questo programma è possibile grazie ad una conoscenza pregressa nell'ambito del VPL; inoltre, molte delle implementazioni che emergono nella versione finale dell'algoritmo, sono frutto della sperimentazione svolta, senza della quale risulterebbe un software privo di senso. Diversamente, utilizzando Rivet in una specifica parte del processo architettonico, è possibile sperimentare l'automazione all'interno di un progetto. In ogni caso, dal momento che lo strumento è utilizzato come *supporto alla decisione*, il ruolo dell'architetto mantiene sempre centralità.



06

L'algoritmo

## 6.1 Il contesto

Riassumendo quanto scritto e ricercato fino a questo punto, ci troviamo a progettare un centro di ricerca che necessita di una sede. Il luogo deve essere adatto allo sviluppo di un'idea "manageriale" e, soprattutto, deve rappresentare il contributo italiano rispetto alla ricerca in ambito intelligenza artificiale in Europa e nel mondo.

Per affrontare un progetto di un'importanza simile, data anche la sperimentazione e l'esperienza pregressa, abbiamo deciso di provare a sviluppare un algoritmo a supporto dell'architetto. Nello specifico, questa automazione deve avere delle caratteristiche ben precise, tra cui la comprensione delle volontà progettuali e dei luoghi proposti per lo sviluppo del progetto; inoltre, compito dell'assistente è anche quello di suggerire le funzioni da inserire all'interno degli spazi e, infine, la creazione di un concept utile a progettare la disposizione interna.

Avendo ben chiaro il fine da raggiungere, ovvero lo sviluppo di un processo decisionale volto ad individuare la possibile sede, abbiamo basato i ragionamenti sulla lettura del contesto. Per svolgere correttamente questo compito, sono stati necessari (e fondamentali) diversi step pregressi, tra cui la trasformazione della mappa attori-attanti in una sua versione "digitale", la matrice attori-attanti. Tutte le trasposizioni

fatte in questo processo di ricerca sono volte a rendere leggibile alla macchina dei concetti che di per sé sono incodificabili, ma propri del linguaggio umano e progettuale. Quindi, il metodo utilizzato non è convenzionale; ha come obiettivo la verifica di una tesi, portando la macchina a compiere un risultato misurabile e, volendo, migliorabile e implementabile. L'intero approccio di analisi è stato convertito e ricreato nel mondo digitale, sfruttando gli algoritmi per superare i limiti intrinseci che appartengono a ChatGPT.

L'ipotesi di partenza in questo quinto esperimento sfrutta quindi i sistemi LLM e VPL e, nello specifico, il software Rivet; questi modelli, basati sulla gestione di grosse quantità di dati, hanno permesso la traduzione di ogni singola informazione ricevuta durante questi mesi in un dato manipolabile. L'obiettivo è quindi capire come e se è possibile utilizzare dei sistemi di intelligenza artificiale nel progetto architettonico; di conseguenza, seguendo l'approccio sperimentale che ha accompagnato l'intero lavoro di tesi, la verifica da attuare è capire se la questione rimane puramente teorica, o può trovare un approccio nella pratica architettonica.

Quale approccio abbiamo adottato per verificare quanto detto? Abbiamo sviluppato un *MVP* che, riprendendo dalla definizione fornita dalla "tech company" *Ncode Studio*, è un "*Minimum Viable Product*", ovvero un *Prodotto Minimo Funzionante*, una prima versione di un sistema che deve essere valutabile [...] per capire quanto e come è utile il prodotto finale".

*L'MVP è la versione di un nuovo prodotto che permette a un team di raccogliere la massima quantità di informazioni validate sui clienti con il minimo sforzo  
(Eric Ries – The Lean Startup)*

Abbiamo quindi utilizzato la potenza di calcolo di ChatGPT e la gestione dati di Rivet per guidare l'intelligenza artificiale in funzione dei nostri obiettivi. Attraverso la creazione di prompt sequenziali abbiamo rappresentato analisi, supposizioni, ricerche, punti di vista e quesiti, utili a trovare una possibile risposta alla controversia. Occorre sottolineare che non viene guidato solo il flusso di dati, ma anche l'intervento e la modifica del progetto nella fase di ragionamento.

Di seguito, un glossario tecnico elaborato da ChatGPT, utile a comprendere il linguaggio tecnico presente nelle prossime pagine:

- *User*: L'utente finale di un sistema o prodotto digitale. L'utente interagisce direttamente con le funzionalità dell'applicazione o del software e, attraverso il proprio feedback e il comportamento d'uso, influenza l'evoluzione del progetto.
- *System*: Nella progettazione di interfacce e intelligenza artificiale, il "System" rappresenta l'insieme delle regole, delle strutture operative e delle configurazioni che governano il funzionamento di un prodotto. Comprende i parametri di base e le impostazioni che condizionano il

comportamento del sistema o dell'IA, garantendo la coerenza e la sicurezza delle interazioni.

- *Prompt*: L'input fornito all'Assistant o all'IA per guidarne le risposte o i risultati. Un prompt può essere una domanda, un comando o una serie di istruzioni che influenzano l'output, indirizzando il modello verso risposte specifiche in base alle esigenze dell'utente.
- *System Prompt*: Specifica categoria di prompt che imposta le direttive di base per l'algoritmo, influenzando il suo comportamento generale. Il system prompt può contenere istruzioni generali o linee guida per indirizzare le risposte dell'IA, aiutando a definire il contesto e il tono del dialogo in funzione degli obiettivi del progetto.
- *Database*: Archivio strutturato di dati utilizzato per conservare, organizzare e gestire informazioni in modo efficiente. I database supportano la memorizzazione e il recupero di grandi quantità di dati relativi a utenti, configurazioni, parametri progettuali e altre informazioni chiave, consentendo un accesso rapido e un'elaborazione mirata.

## 6.2 Il processo metodologico

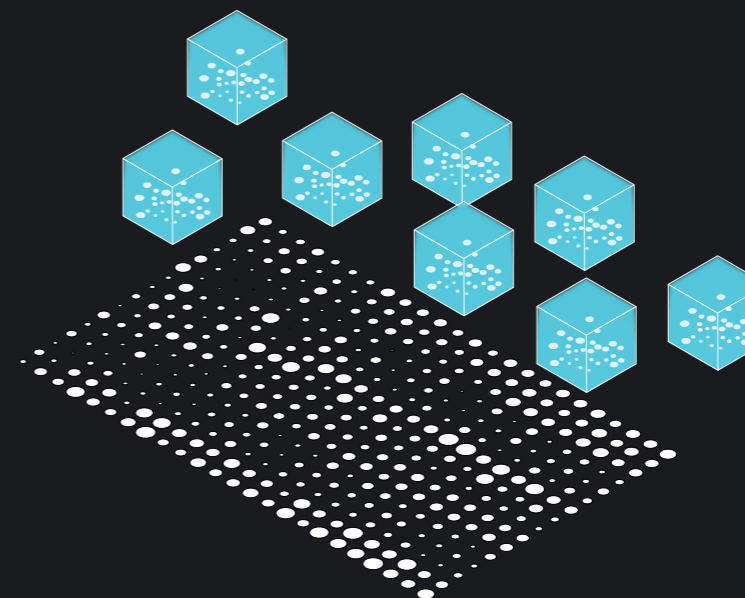
Come indicato in precedenza, l'algoritmo che abbiamo sviluppato supporta il progettista nella fase decisionale. L'approccio utilizzato segue una metodologia che suddivide il processo in step, ottimizzando le decisioni progettuali a partire da parametri ben definiti e dinamici. Nello specifico, ogni richiesta eseguita a ChatGPT è composta da cinque fasi, divise nel seguente modo:

1. Dati di input;
2. ChatGPT;
3. System Prompt;
4. Template;
5. Dati di output.

Nella prima fase, quella legata ai *dati di input*, abbiamo definito il contesto nel quale l'algoritmo deve operare; tra questi rientrano le richieste progettuali, i dati legati ad ogni singola area (tra cui la SLP, la superficie del lotto, i vincoli e il PRG), e le variabili e parametri. Bisogna evidenziare che, all'interno dei dati di input, è presente la matrice attori-attanti; questa viene gestita come un database ed è organizzata sia dall'*user* che dall'algoritmo stesso. Di conseguenza, i dati di questa matrice diventano un elemento essenziale, interrogabile in maniera diversa per ogni prompt effettuato. L'archiviazione di questi dati viene organizzata a monte dell'algoritmo, permettendo all'utente di ampliare e modificare la matrice in qualsiasi

momento. Inoltre, i dati di input contengono il prompt, ovvero il comando che l'algoritmo deve eseguire.

Nel diagramma è possibile osservare una semplificazione di questo ragionamento, dove i dati (che in questo momento sono flessibili) vengono suddivisi in base all'esigenza.



[Figura 8] Illustrazione grafica raffigurante la scomposizione della matrice attori-attanti in categorie di input.

Successivamente, dopo aver definito i dati di input, è necessario parlare del motore di questo algoritmo, *ChatGPT*. Il sistema di intelligenza artificiale è inserito in Rivet attraverso l'uso della chiave API<sup>49</sup> (Application Programming Interface Key); ciò significa che ogni volta che l'algoritmo viene eseguito, in automatico viene effettuata una chiamata a ChatGPT, che assume ora un'interfaccia differente. Le potenzialità di questo sistema risiedono nel

<sup>49</sup> Una chiave API (Application Programming Interface Key) è un codice univoco che permette l'accesso a un'interfaccia di programmazione di applicazioni, consentendo a un software di interagire con un altro servizio o sistema.

poter formulare *quesiti strutturati* grazie ai LLM; ma cosa significa? Un quesito strutturato, o precisamente *prompt complesso*, è un'equazione di due o più variabili nel quale, attraverso un'interazione fra i dati di input, il sistema è in grado di formulare un ragionamento articolato. A fronte di questo procedimento viene creata una cascata di prompt, finalizzata all'ottenimento del numero di risposte necessarie.

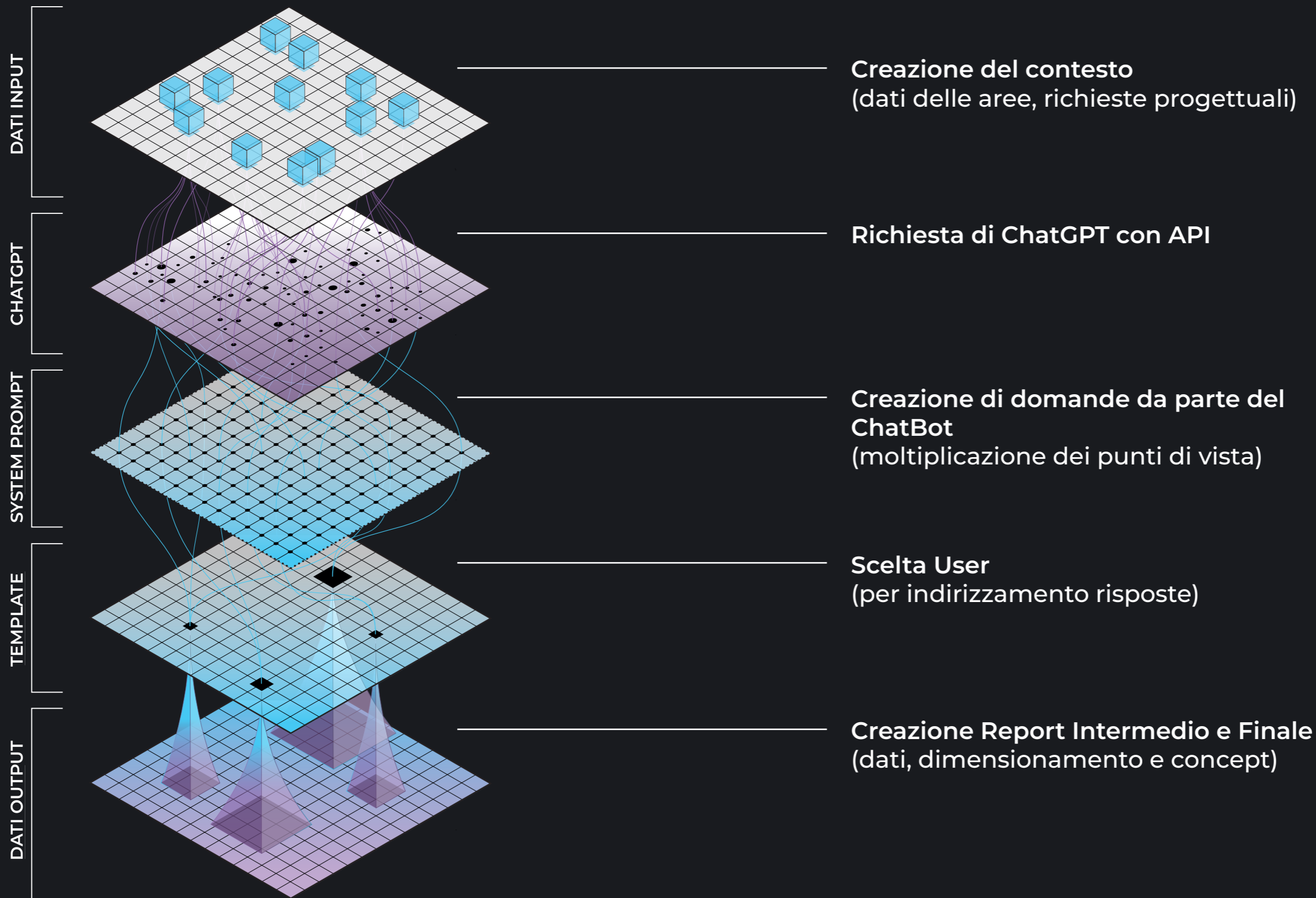
La terza fase di questo processo metodologico riguarda il *system prompt*, ovvero un insieme di istruzioni integrate nell'algoritmo, utili a guidare il comportamento del sistema; inoltre, l'inserimento di questo specifico prompt permette di ottenere risposte coerenti durante le interazioni. Riassumendo, il *system prompt* è considerabile come un dato di input facoltativo che può influenzare il ragionamento di ChatGPT per ottenere un risultato specifico.

Si arriva quindi al *template*, che costituisce il quarto step; si tratta di una prefigurazione rispetto all'output necessario. L'uso dei template è finalizzato al controllo dei risultati creati da ChatGPT; si tratta semplicemente di un *esempio* per la macchina. Questo espediente si traduce in una tecnica estremamente utile; infatti, permette ai sistemi LLM di comprendere il flusso del ragionamento e di replicarlo. Spesso, viene utilizzato un template per permettere un flusso controllato di dati, permettendo di eseguire un passaggio in maniera ciclica al cambiamento delle variabili; la flessibilità di

questo sistema permette anche la modifica della matrice attori attanti in base al prompt richiesto. Nella pratica, il template è costituito da una tabella o da una descrizione, che il ChatBot deve analizzare e adattare alle diverse soluzioni; nel caso in cui questo strumento venga affiancato da commenti da parte dell'utente, la macchina ha la possibilità di imparare a trattare i dati, migliorando il proprio apprendimento.

Infine, l'ultimo passaggio della richiesta sono i *dati di output*; sono il risultato diretto del prompt e del ragionamento svolto dal sistema di intelligenza artificiale in funzione del template e del *system prompt*. In questo specifico caso è importante analizzare gli output perché, a differenza dei *prompt generici* (che sono effettuati da ChatGPT e sono sempre casuali), si ottiene un risultato che ha una forma prevedibile ma un contenuto sconosciuto. Questa prerogativa è alla base della programmazione informatica, dove non è importante il dato risultante da un'equazione, bensì la comprensione dello stesso e l'inserimento in un contesto. Inoltre, nel nostro caso il dato è leggibile e contornato da una motivazione; tutto ciò fornisce supporto al progettista durante il processo decisionale.

Nelle pagine seguenti è possibile osservare un diagramma raffigurante la composizione di un *ChatBot* e dei nostri prompt.





## 6.3 Le fasi del progetto

L'algoritmo progettato supporta l'utente nel prendere tre decisioni fondamentali; inoltre, fornisce un concept, utile a studiare la relazione tra gli ambienti.

1. Scelta di un luogo;
2. Determinazione degli spazi necessari;
3. Concept.

### *Scelta del Luogo*

La prima fase di lavoro dell'algoritmo prevede l'analisi delle aree presenti nel database, confrontando i dati relativi alle dimensioni dei singoli lotti e scartando i luoghi che non soddisfano i requisiti di spazio o tempistica. Successivamente viene effettuata un'analisi approfondita rispetto le caratteristiche qualitative di ciascun sito, evidenziando i punti di forza e di debolezza. Infine, l'algoritmo seleziona tre luoghi, fornendo all'utente una motivazione legata alla scelta di ciascun'area, offrendo spunti di riflessione per guidare la scelta dell'utente.

### *Determinazione degli spazi necessari*

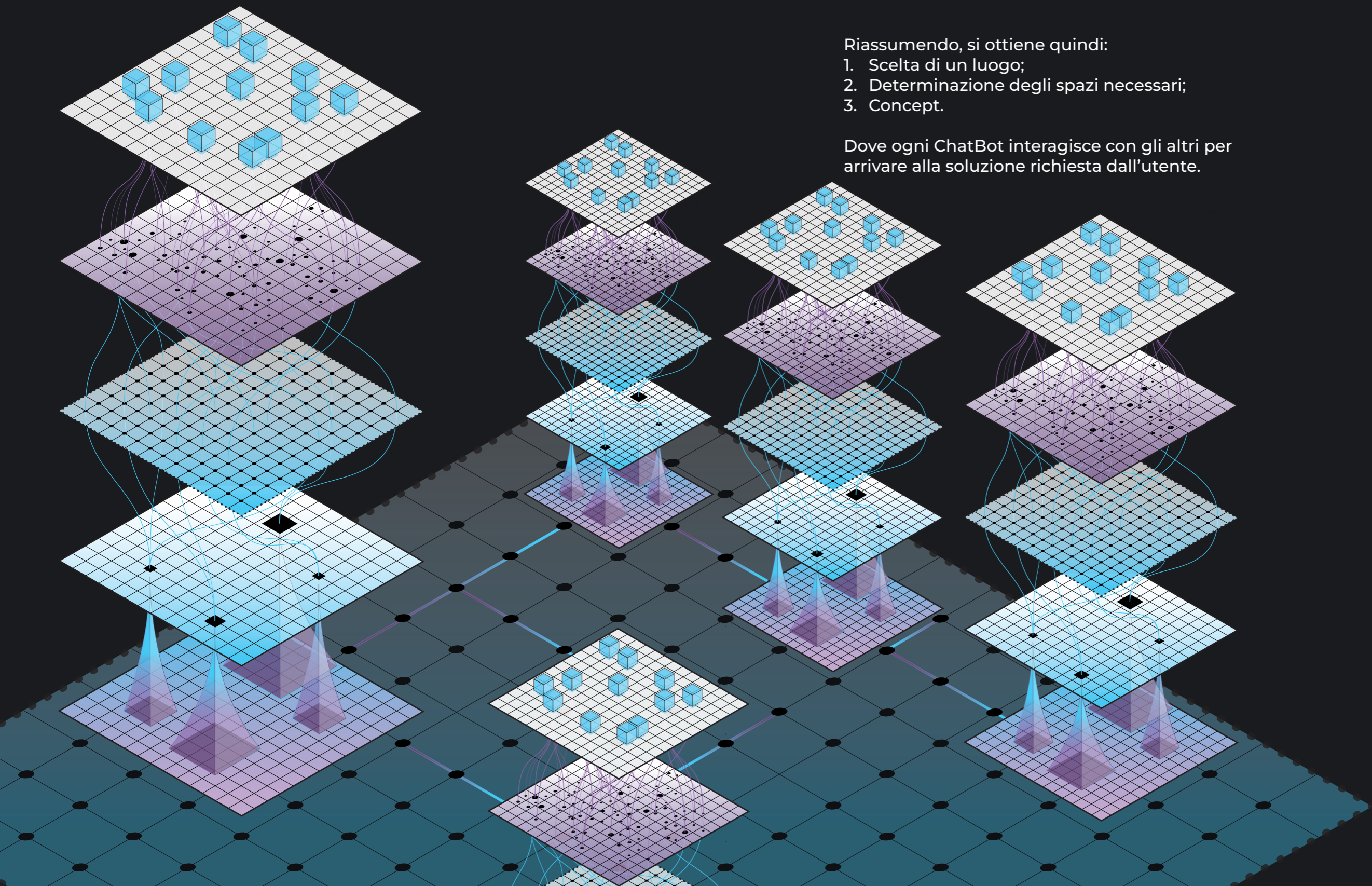
In questa fase l'algoritmo utilizza le richieste progettuali specifiche come riferimento, considerando il luogo scelto e l'idea progettuale generale. Viene quindi proposta una possibile soluzione per ciascun'area scelta, basandosi su principi estratti da manuali di progettazione; questo passaggio è

necessario a fornire un'idea generale rispetto al posizionamento dei vari ambienti interni al progetto.

### *Creazione di un Concept Grafico*

Infine, l'algoritmo propone diverse distribuzioni funzionali; dal momento che viene integrato ChatGPT come motore di intelligenza artificiale, l'utente può visualizzare come le varie aree interagiscono tra loro. Questo passaggio è frutto dell'esperienza fatta durante la fase di sperimentazione con il sistema. Infine, utilizzando i diagrammi rappresentati attraverso il codice ASCII, il sistema fornisce uno schema che ipotizza un possibile layout del progetto. In questa fase l'utente può richiedere modifiche e varianti al fine di esplorare ulteriori opzioni.

Proseguendo nella lettura è possibile osservare l'interazione che questo algoritmo compie, attraverso la relazione di diversi ChatBot.



Riassumendo, si ottiene quindi:

1. Scelta di un luogo;
2. Determinazione degli spazi necessari;
3. Concept.

Dove ogni ChatBot interagisce con gli altri per arrivare alla soluzione richiesta dall'utente.

## 6.4 Dati di input

Dopo aver introdotto il processo metodologico e aver citato i dati di input, è opportuno approfondire la gestione dei dati che avviene all'interno dell'algoritmo. Come detto in precedenza, i sistemi LLM elaborano e interpretano informazioni complesse, individuando delle possibili correlazioni per risolvere problemi complessi. Nello specifico, questo processo può essere suddiviso in tre fasi principali:

### 1. Traduzione delle informazioni

La prima fase consiste nella tokenizzazione delle informazioni, ovvero la suddivisione del testo in piccole unità chiamate *token*; nello specifico, si tratta di parole, frasi o concetti chiave. I token permettono al modello di interpretare il testo come un insieme di elementi singolari, ciascuno con uno specifico significato. Durante la tokenizzazione, il modello utilizza *vettori di embedding*<sup>50</sup>, i quali trasformano le parole in numeri, mantenendo però il significato e le relazioni tra di esse. Ad esempio, nel nostro progetto, i termini chiave come “centro di ricerca”, “collaborazione”, “laboratorio” sono stati trasformati in vettori manipolabili, a cui il modello attribuisce un significato utile al ragionamento complessivo.

### 2. Organizzazione dei dati

Una volta che il sistema ha trasformato l'input in vettori, l'algoritmo entra nella fase

di organizzazione semantica. In questo step, i termini vengono classificati e categorizzati secondo una complessa rete di significati, appresa durante la fase di addestramento; nel nostro caso, utilizzando ChatGPT come modello di intelligenza artificiale, l'apprendimento non è stato svolto, in quanto è un sistema ready to use. L'interazione di ChatGPT con l'algoritmo e, di conseguenza con il LMM, assegna una gerarchia alle informazioni; queste sono ora suddivise in entità, categorie e relazioni. Riprendendo l'esempio proposto nella prima fase, le parole “laboratori”, “spazi di coworking” e “sale conferenze” verranno categorizzate come tipi di spazi, a cui verrà associata un'etichetta generale di “infrastrutture collaborative”. Queste categorie permettono l'interazione di informazioni complesse, mantenendo in ogni fase del processo il loro significato intrinseco.

### 3. Ricerca di correlazioni e risoluzione del problema

Nella fase finale, il sistema sfrutta le reti neurali (o *neural network*) per individuare le possibili connessioni logiche tra le informazioni, con l'obiettivo di risolvere il prompt proposto. L'algoritmo proposto sfrutta dei meccanismi di *attenzione*, i quali permettono di assegnare una priorità ad alcune relazioni, attraverso il riconoscimento di alcuni pattern. Grazie a questo processo, il sistema identifica le informazioni principali, le quali verranno messe in relazione per generare una soluzione coerente e precisa. Nel nostro specifico caso l'obiettivo è risolvere la controversia che si è generata intorno a questo centro di ricerca; di conseguenza, analizzando gli input forniti come “accesso

<sup>50</sup> I vettori di embedding rappresentano parole o dati in uno spazio numerico continuo, catturando relazioni semantiche per l'elaborazione nei modelli AI.

pubblico”, “PMI”, “prossimità alle università”, viene generato un output. In questa fase, l’architetto può utilizzare lo strumento come supporto, ottenendo come risultato il possibile posizionamento del centro e un concept grafico. L’ottimizzazione del motore di intelligenza artificiale permette quindi di affrontare ogni singolo prompt come un insieme strutturato di dati, il quale viene caratterizzato da un’estrema flessibilità nei confronti del progettista.

Viene quindi proposta una sintesi di alcune informazioni derivanti dal processo svolto, utilizzate all’interno dell’algoritmo come dati di input e revisionate grazie all’uso di ChatGPT:



#### *Obiettivi Principali*

L’Istituto AI4I si pone come obiettivo chiave lo sviluppo di soluzioni di intelligenza artificiale che migliorino la competitività del settore industriale italiano. Per raggiungere questo scopo, AI4I intende creare una potente infrastruttura di High-Performance Computing (HPC), capace di elaborare dati complessi e fornire applicazioni in modalità “as a service” alle imprese italiane. Grazie all’HPC, AI4I sarà in grado di rispondere rapidamente alle esigenze di calcolo intensive richieste da algoritmi complessi, supportando settori che spaziano dall’automotive all’aerospazio.

#### *Posizione Ideale e Accessibilità*

Per facilitare l’interazione con l’ecosistema tecnologico e industriale, AI4I dovrebbe idealmente collocarsi vicino al cuore tecnologico e produttivo della città, in un distretto dell’innovazione o in una zona industriale avanzata. La vicinanza con università e centri di ricerca sarà strategica per garantire un flusso

continuo di competenze scientifiche e di collaborazioni con il mondo accademico. Inoltre, la posizione ideale sarà ben collegata con i principali mezzi pubblici, inclusi metropolitana, tram e autobus, per agevolare l’accesso a lavoratori, imprese e visitatori, e sarà in prossimità delle stazioni ferroviarie e delle vie di comunicazione principali, per facilitare l’interazione con altre città e region.

#### *Spazi Necessari per le Attività dell’Istituto*

L’istituto richiede spazi specifici per svolgere le sue attività, partendo da laboratori di ricerca dotati di tecnologie avanzate per la sperimentazione di soluzioni AI. Questi laboratori offriranno un ambiente di sviluppo completo per i ricercatori e gli ingegneri, fornendo loro strumenti all’avanguardia per testare e implementare nuove tecnologie. Per ospitare l’infrastruttura HPC sarà necessaria una sala server sicura e climatizzata che garantisca l’integrità dei dati e l’efficienza operativa. La presenza di spazi di coworking sarà fondamentale per favorire l’interazione tra ricercatori, scienziati e imprenditori, creando un ambiente stimolante per l’innovazione e la collaborazione. La sede deve disporre di sale conferenze, dove potranno tenersi eventi di trasferimento tecnologico, workshop e presentazioni aziendali, contribuendo alla diffusione delle conoscenze e delle competenze sull’intelligenza artificiale nel panorama industriale italiano.

#### *Tipologie di Lavoratori Necessari*

AI4I richiederà una varietà di figure professionali altamente qualificate per raggiungere i suoi obiettivi. Gli esperti di machine learning saranno fondamentali per sviluppare gli algoritmi che supportano le soluzioni AI offerte alle imprese. Questi professionisti dovranno avere competenze specifiche nella creazione di modelli predittivi, che richiedono una profonda conoscenza dell’intelligenza artificiale.

## 6.5 Dati di output

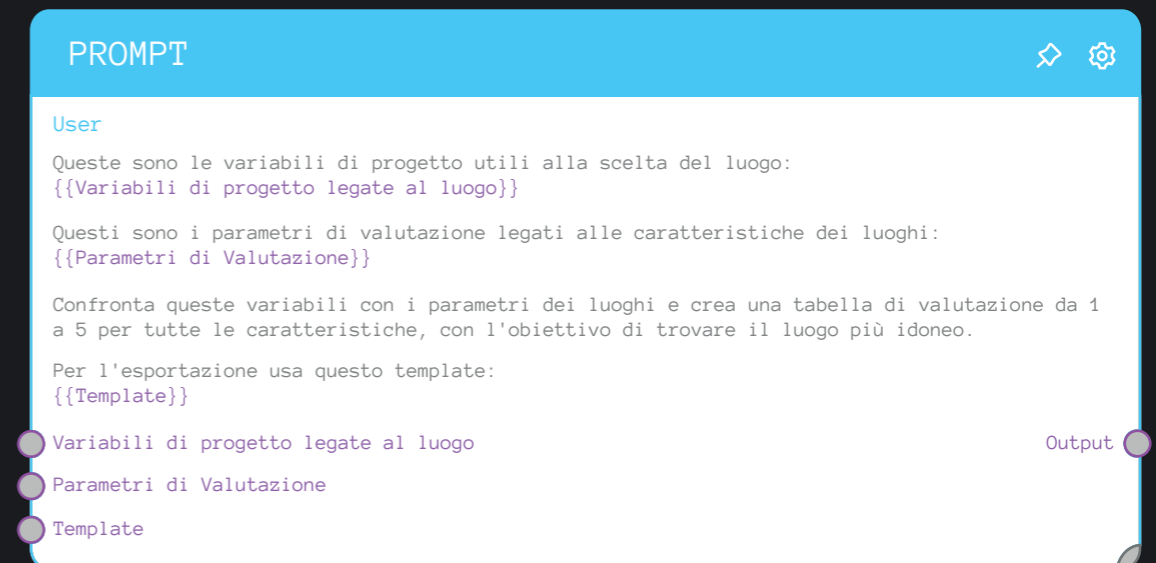
Al termine del processo dell'algoritmo si arriva ai dati di output; questi sono caratterizzati da una struttura altamente organizzata, decisa in fase di sviluppo del sistema grazie a dei template introdotti nell'algoritmo. La precisione che riusciamo ad ottenere è garantita dal system prompt, il quale genera una risposta specifica e contestualizzata. Inoltre, questo tipo di approccio include un sistema di filtraggio, in cui una serie di prompt a cascata permettono di eliminare le informazioni superflue, garantendo un risultato che rispetti il prompt richiesto.

L'utilizzo di questi template e di esempi predefiniti contribuisce quindi alla struttura dell'output; il sistema è addestrato a generare un dato che, nel nostro specifico caso, presuppone la creazione di due scenari differenti. In questo modo riusciamo a focalizzare l'attenzione del nostro assistente sulla risoluzione della controversia: otterremo quindi due possibili scelte, sulla base delle quali l'architetto dovrà poi prendere la propria decisione.

Una volta terminato questo processo, il sistema è implementabile e può ripetere l'estrazione di una risposta da qualsiasi dimensione di informazione in tempi decisamente brevi. Infatti, nonostante sia un algoritmo studiato da architetti e non da informatici, riusciamo ad attestarci su un tempo di circa tre minuti a generazione.

Grazie all'introduzione del system prompt, l'utente ha la possibilità di utilizzare qualsiasi set di dati, controllando il processo in ogni sua fase; ciò permette l'estrema adattabilità di questo algoritmo. Infatti, è possibile aggiungere altre aree di progetto per ottenere un nuovo dato di output basato sul nuovo database. Inoltre, sempre grazie al system prompt, è possibile scartare a priori un dato; nel nostro caso abbiamo ommesso l'edificio *borsa valori*, in quanto è in fase di sviluppo un progetto. Di conseguenza, attraverso le giuste considerazioni da parte dell'utente, è possibile aumentare la precisione dell'intero sistema; ciò avviene grazie a delle domande che l'algoritmo può porsi, aumentando l'accuratezza del modello. L'utente, infine, può interagire con l'intero algoritmo, indicando le sue osservazioni; questo accorgimento permette di orientare l'analisi, garantendo ancora una volta un output basato sulle specifiche esigenze.

[Figura 9] Organizzazione del prompt all'interno del software Rivet.



## 6.6 Gli scenari

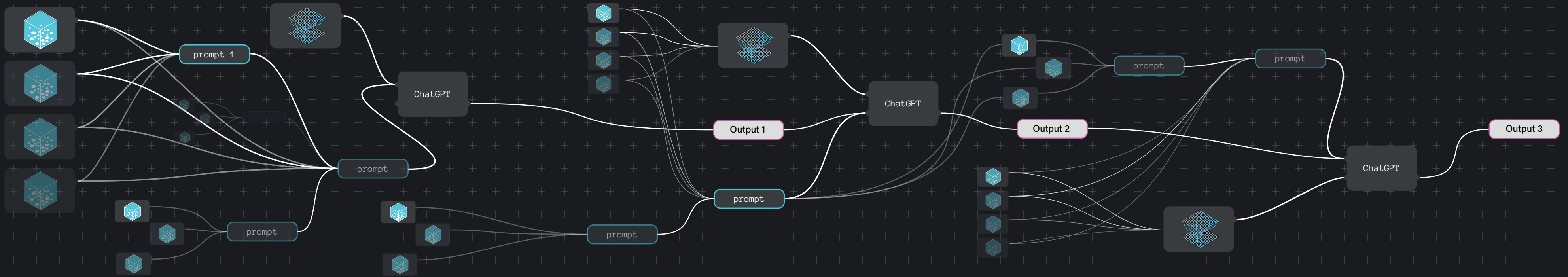
Solitamente, al termine del processo architettonico si ottiene una rappresentazione grafica, attraverso la produzione degli elaborati progettuali. Tuttavia, in questa ricerca, il progetto è composto da un insieme dinamico di riflessioni, consigli e scenari; di conseguenza, non esiste un singolo progetto, né una visione corretta, quanto piuttosto la possibilità di osservare lo sviluppo di molteplici percorsi. Il progetto si trasforma in un *campo di idee e possibilità*, che prende forma attraverso un insieme di scenari.

Il caso studio trattato, il “centro di ricerca nazionale per l’intelligenza artificiale”, ci ha permesso di incontrare e dialogare con diversi attori; ciascuno di questi ha offerto una propria visione personale e dei frammenti di realtà, i quali hanno arricchito il nostro progetto. Inoltre, attraverso le testate giornalistiche, abbiamo ipotizzato la visione del presidente di AI4I, Fabio Pammolli, aggiungendo un’altra prospettiva progettuale. Di conseguenza, il processo architettonico non termina con una singola soluzione, ma con diversi scenari che ipotizzano e suggeriscono tante possibili configurazioni.

Abbiamo quindi intrapreso un percorso di analisi legato ad alcune di queste possibilità progettuali, cercando di comprendere le motivazioni alla base delle decisioni prese

dagli attori coinvolti. Proponiamo quindi due visioni progettuali tra le molte esplorate, insieme a dati, variabili e ragionamento che l’algoritmo sviluppato è in grado di processare. Questo tipo di rappresentazione mette in evidenza l’insieme di fattori che entrano in gioco quando si utilizza un sistema di intelligenza artificiale.

Nelle pagine che seguono è illustrato un estratto dell’algoritmo, nelle quali è possibile osservare una variante delle tre tipologie di output fornite all’utente, in funzione dei dati di progetto descritti in precedenza.



### OUTPUT 1: Scelta del Luogo

Il progetto per il centro di ricerca sull'intelligenza artificiale presso l'ex Westinghouse, situato in Via Paolo Borsellino, Torino, è basato su un lotto di 4.000 m<sup>2</sup> con una SLP massima di 8.000 m<sup>2</sup>, un numero di lavoratori massimo di 300 e un'altezza massima di 16 m. Il sito, di proprietà di Esselunga S.p.A., è soggetto a una variante PRG del 2020 e richiede interventi di ristrutturazione e nuova costruzione. Non è in corso un progetto attivo.

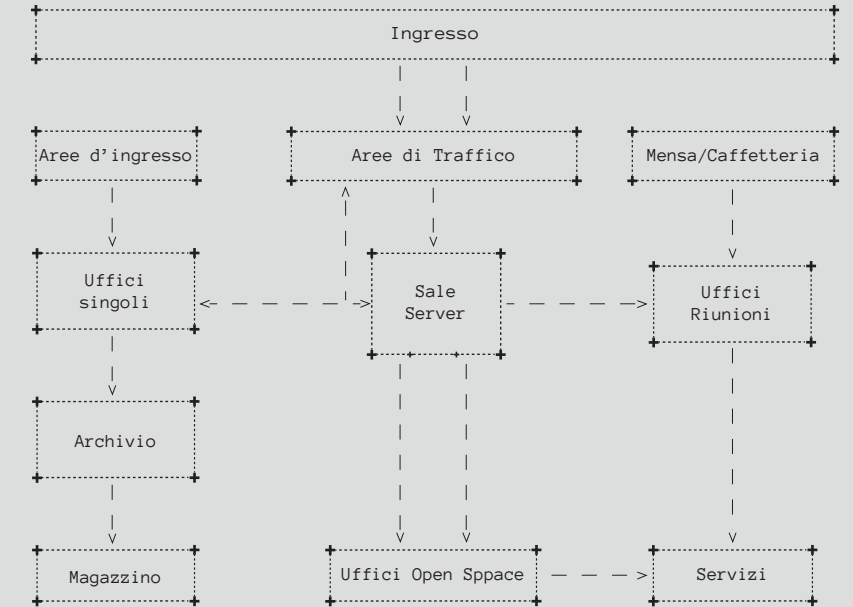
Elementi chiave per il progetto:

- Contesto urbano: integrazione nel tessuto cittadino per valorizzare l'area circostante.
- Valutazione storico-culturale: preservare elementi di rilievo.
- Sostenibilità: implementare soluzioni per ridurre l'impatto ambientale e aumentare l'efficienza energetica.
- Flessibilità: spazi adattabili e scalabili per future esigenze.
- Accessibilità: ottimizzare i collegamenti con trasporti pubblici e istituzioni locali.
- Normative: rispettare le disposizioni del PRG, in particolare la variante 2020.
- Ristrutturazione e nuova costruzione: bilanciare storia e modernità.
- Interazione sociale: creare spazi per sinergie tra ricercatori e comunità locale.

### OUTPUT 2: Definizione delle misure

Categoria		Totale
Uffici singoli	lav. * 45% * 11 m <sup>2</sup>	1485 m <sup>2</sup>
Uffici riunioni	lav. * 35% * 1.5 m <sup>2</sup>	1575 m <sup>2</sup>
Uffici open space	lav. * 20% * 10 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>
Servizi igienici	lavoratori * 0.7 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Sale conferenze/formazione	lavoratori * 0.6 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>
Archivio	lavoratori * 0.6 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>
Aree di costruzione, servizi	lavoratori * 6.0 m <sup>2</sup>	1800 m <sup>2</sup>
Mensa/caffetteria	lavoratori * 1.1 m <sup>2</sup>	330 m <sup>2</sup>
Area di ingresso	lavoratori * 0.4 m <sup>2</sup>	120 m <sup>2</sup>
Sala server	lavoratori * 1.0 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>
Totale aree		7130 m <sup>2</sup>

### OUTPUT 3: Diagramma di flusso



## 6.7 Risultato dell' algoritmo

Alla luce di quanto emerge dal lavoro svolto, la sede prevista dal nostro sistema è l'area "Ex-Westinghouse". Sicuramente il risultato può essere controverso, specialmente considerando l'attuale scelta riportata da La Stampa nell'intervista alla presidente della *fondazione CRT Anna Maria Poggi*, intitolata: "CRT ha vinto la sfida del cambiamento, Le OGR saranno la casa dell'AI italiana". La scelta riportata dal nostro algoritmo si basa su un'analisi oggettiva delle informazioni ricevute dagli attori e da quelle da noi reperite; possiamo quindi affermare che la scelta del nostro sistema, rispetto a quella compiuta, differisce per la quantità di SLP disponibile.

Attraverso la nostra personale interpretazione (trasmessa poi all'algoritmo) delle parole del presidente della *fondazione A4Industry Fabio Pammolli*, ci siamo resi conto che, al fine di soddisfare la potenza di calcolo prevista per la realizzazione di un supercomputer, l'area delle OGR non era sufficiente a rispettare le richieste della committenza. Per questa ragione, l'algoritmo ha escluso tutte le aree con una metratura insufficiente ad ospitare sia il numero di lavoratori previsti, sia tutti gli ambienti accessori, quali le sale server.

Ad ogni modo, mettendo in discussione i pesi dei parametri delle variabili, o semplicemente

cambiandoli in funzione di un nuovo attore, l'esito finale potrebbe essere differente. Un punto a favore dell'algoritmo implementato è rappresentato dal riconoscimento dell'area corretta, in quanto rispetto ai collegamenti verso il lotto, l'area in cui ricadono la scelta da noi prodotta e la scelta ufficiale, risulta la migliore opzione.

Sicuramente, osservando le due scelte dal punto di vista economico, costruire un edificio ex novo richiede un budget differente rispetto all'insediamento in un edificio già adibito per la funzione richiesta. Rimane però aperta la questione legata alla tanto discussa iconicità dell'edificio: in futuro, potrebbe essere prevista la realizzazione di una sede propria per questo centro di ricerca, sfruttando l'attuale scelta delle OGR, ricca di start-up, per realizzare il primo citato "innovation playground", garantendo poi lo sviluppo del centro in un proprio edificio iconico, magari proprio nell'area "Ex-Westinghouse".



## 6.8 Risultato dell'indagine

L'indagine condotta dimostra come l'utilizzo dell'intelligenza artificiale nel progetto architettonico, attraverso strumenti come Rivet, permetta di elaborare dati da matrici complesse per creare scenari progettuali in grado di adattarsi al contesto e alle esigenze dell'architetto. Il punto di forza principale di questo sistema risiede nel suo approccio dinamico: non vengono offerte soluzioni definitive, ma viene mantenuto un dialogo continuo tra le variabili progettuali e i parametri contestuali, consentendo all'architetto di adattare costantemente il progetto.

Attualmente, l'algoritmo è configurato per supportare lo sviluppo del nostro progetto, ovvero la realizzazione di un centro di ricerca per l'intelligenza artificiale a Torino. Tuttavia, il vero valore di questo sistema non sta solo nell'applicazione pratica, ma nella sua *metodologia*. Grazie alla possibilità di essere continuamente rivisto e adattato, il sistema dimostra una versatilità unica per affrontare una vasta gamma di progetti architettonici. Questa metodologia, che enfatizza l'adattabilità e la continua evoluzione, non solo rende il sistema applicabile a contesti diversi, ma evidenzia la sua capacità di rispondere alle specifiche esigenze progettuali di ogni singolo caso. L'approccio replicabile e personalizzabile è, quindi, una delle sue caratteristiche più significative, che lo rende particolarmente

utile per i progettisti di oggi.

Uno degli aspetti più innovativi del sistema è la possibilità per l'utente di modificare e ampliare il database in qualsiasi momento. Questa funzionalità consente di integrare nuovi dati, informazioni o parametri, adattandosi dinamicamente ai cambiamenti del progetto o alle esigenze specifiche. Tale flessibilità è cruciale sia nella fase di analisi, sia durante l'intero processo decisionale. In sintesi, il sistema sfrutta le capacità analitiche dell'intelligenza artificiale in ambiti specifici, dimostrando come un approccio strutturato possa operare efficacemente all'interno di un contesto progettuale ben definito.

L'algoritmo genera tre tipologie di output, ognuna corrispondente a una fase fondamentale del processo decisionale. Il primo output si concentra sull'individuazione del luogo ideale per la realizzazione del progetto. Analizzando il contesto urbano e ambientale, il sistema valuta i vantaggi e le criticità dei siti potenziali, considerando anche gli elementi circostanti, come università, uffici o altre infrastrutture. In questo modo, l'architetto ottiene una visione chiara delle connessioni spaziali e funzionali, essenziale per una progettazione informata e contestualizzata.

Il secondo output si occupa della distribuzione degli ambienti e delle funzioni interne, basandosi sull'analisi della superficie lorda di pavimento (SLP) necessaria in relazione al numero di lavoratori previsti. Questo output

fornisce al progettista una mappa dettagliata delle dimensioni richieste per ciascun spazio, includendo le aree principali, le zone distributive e quelle accessorie. L'architetto ottiene, così, una visione complessiva delle esigenze spaziali del progetto, che consente di definire con precisione la metratura necessaria, il numero di postazioni e le relazioni funzionali tra le diverse aree.

Il terzo output consiste in una rappresentazione grafica del concept progettuale, che può essere ulteriormente affinata in base alle preferenze espresse dall'utente. In questa fase, l'algoritmo traduce gli input ricevuti in una proposta preliminare di layout. Sebbene priva di dettagli estetici o costruttivi, questa rappresentazione costituisce un punto di partenza solido per lo sviluppo del progetto. Ad esempio, nel caso specifico, potrebbe essere richiesto di collocare la sala server al centro del progetto; il sistema risponderebbe generando una configurazione che rispetti tale indicazione, stimolando al contempo la riflessione creativa dell'architetto.

In conclusione, uno dei principali punti di forza di questo algoritmo è la sua capacità di adattarsi continuamente ai cambiamenti introdotti dall'utente. Non si tratta di una soluzione statica, ma di uno strumento che invita il progettista a esplorare diverse possibilità progettuali, modificabili in ogni fase del processo. Questo consente un'interazione costante con il progetto, permettendo all'utente di generare nuovi input o aggiornare

le condizioni iniziali.

Nonostante i numerosi vantaggi, il sistema presenta alcune limitazioni tecniche e operative. Un esempio riguarda l'interfaccia utente, che attualmente non è sufficientemente intuitiva e richiede miglioramenti per renderla davvero user-friendly. Inoltre, l'elaborazione dei dati potrebbe trarre beneficio da una maggiore potenza di calcolo, al fine di ridurre i tempi di risposta e ampliare la capacità di analisi. Infine, l'integrazione di una visione informatica più avanzata consentirebbe all'utente di avere un controllo completo del processo, superando l'attuale ruolo di *"spettatore attivo solo nei momenti chiave"*.



07

Conclusioni

## 7.1 Allucinazioni da intelligenza artificiale

*L'intelligenza artificiale serve davvero all'architetto?* Negli ultimi mesi, le applicazioni dei sistemi di intelligenza artificiale sono state oggetto di molte riflessioni, sollevando diversi interrogativi sul loro effettivo valore. Rispondere a questa domanda non è semplice, in quanto è necessario fare delle considerazioni critiche basate sulle esperienze pratiche e teoriche. Riprendendo l'esperienza di Albená Yaneva, come già citato in precedenza all'interno di questo documento, l'architettura non può essere vista come un processo lineare e predeterminato, quanto piuttosto come una rete di interazioni dinamiche tra attori umani e non umani. In questo contesto, quindi, l'intelligenza artificiale non è altro che uno strumento capace di semplificare alcune fasi del progetto, ma non di sostituirla la complessità.

Si è quindi discusso in merito alle potenzialità e ai limiti di questa tecnologia, evidenziando come l'intelligenza artificiale possa essere utile in alcune fasi del processo progettuale, ma ancora lontana dal sostituirsi al ruolo dell'architetto. Attraverso questo paragrafo, *"allucinazioni da intelligenza artificiale"* intendiamo proporre un'analisi retrospettiva su tutto il lavoro da noi svolto durante questa sperimentazione. È immediato dire che le problematiche sono molteplici, specialmente quando si prova ad utilizzare lo strumento

come un *"analizzatore complesso"*.

Si può affermare che l'AI è utile nella fase di brainstorming e nell'elaborazione di alcuni dati ma, talvolta, la sua capacità di analisi è superficiale o errata. Dopo aver condotto alcuni test sulla città di Torino, lo strumento ha commesso degli errori sostanziali, come dichiarare inadeguate delle zone ad elevata presenza tecnologica, o confondere edifici storici con altri non pertinenti. In riferimento a quanto detto, Arturo Tedeschi nel suo libro *"Algorithmic Design"*<sup>51</sup>, descrive l'intelligenza artificiale e i processi algoritmici come strumenti che ampliano il campo delle possibilità progettuali, specialmente in ambiti come il design computazionale. Tuttavia, Tedeschi evidenzia un aspetto molto importante: l'intelligenza artificiale richiede un'interpretazione umana per ottenere risultati significativi; questo poiché la macchina tende a produrre soluzioni tecniche. Diversamente, il ruolo dell'architetto è dare senso a tali soluzioni in termini di contesto e sensibilità progettuale.

Nonostante questi limiti e le esperienze fatte, abbiamo continuato ad esplorare il potenziale dell'intelligenza artificiale come strumento operativo, intendendo il sistema come supporto per l'architetto, utile a gestire i vari dati che influenzano le scelte progettuali. In questa prospettiva, l'intelligenza artificiale può offrire un contributo valido, ma solo se è guidata da un umano *"esperto"*, che sappia interpretare e correggere gli errori della macchina. Di conseguenza, come suggerito da Tedeschi, vi è sempre la necessità di un

<sup>51</sup> TEDESCHI, A. (2014). *AAD Algorithms-Aided Design. Parametric strategies using grasshopper*. Napoli: Le Penseur.

controllo umano, il che suggerisce e sottolinea l'importanza di combinare gli algoritmi generati con il pensiero critico e creativo.

Tornando ancora una volta a quanto scritto da Albena Yaneva, l'architettura è fatta di controversie e negoziazioni tra attori diversi (come persone, tecnologie o materiali) e l'intelligenza artificiale che, se non inquadrata in un processo più ampio e umano, rischia di semplificare eccessivamente queste complessità. Quanto appena scritto è stato riscontrato nel tentativo di gestire delle analisi qualitative di spazi urbani, mettendo in luce chiaramente i propri limiti come strumento progettuale.

L'esperienza maturata porta a pensare che l'intelligenza artificiale potrà diventare uno strumento valido per l'architettura, ma solamente se personalizzata e adattata ad un compito specifico da svolgere. Questo aspetto emerge già dal primo capitolo, il quale mette in luce quanto sia importante l'aspetto economico per ottenere un sistema di intelligenza artificiale utile all'architetto. A sostegno di questa tesi sono ancora una volta le parole di Arturo Tedeschi, il quale sostiene che questi strumenti sono potenti quando vengono usati per gestire complessità formali e spaziali che l'essere umano (diversamente) faticerebbe a controllare.

Quindi, i sistemi AI possono diventare degli *alleati*, ma tutto ciò richiede un attento equilibrio tra adattabilità del sistema e il controllo umano; ciò è fondamentale affinché il

progettista sia sempre padrone del progetto e non perda di vista l'obiettivo finale a causa dello strumento.

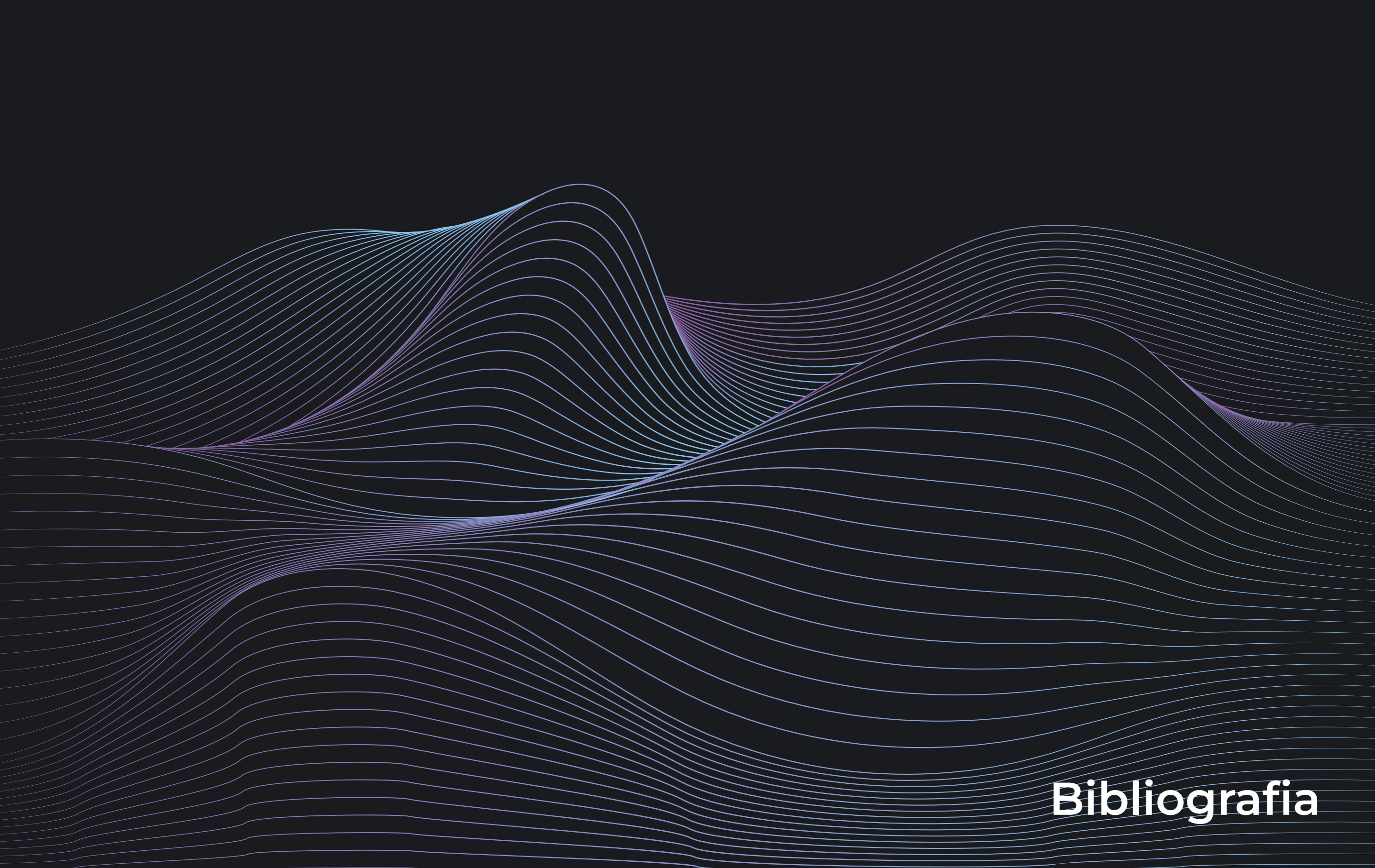
## 7.2 Conclusioni

Nelle concludere questa ricerca, vogliamo esplicitare un ragionamento personale. Come citato nel primo capitolo, Paolo Dellapiana trova scorretto parlare di intelligenza, in quanto la fase creativa è assente; infatti, un sistema di intelligenza artificiale traduce solamente dei dati attraverso la loro elaborazione. In questo senso è utile rimarcare il divario fondamentale che esiste tra l'uomo e l'intelligenza artificiale, attraverso la celebre locuzione di Cartesio: "*cogito ergo sum*".

Per Cartesio, il pensiero è la prova certa e inconfutabile dell'esistenza di un soggetto come entità che percepisce, si interroga e crea. Al contrario, questo sistema informatico che oggi chiamiamo *intelligenza artificiale* non è una mente, bensì un complesso sistema di regole scritte in un database, che vengono interpretate tramite un processo algoritmico progettato dall'uomo.

Infatti, l'intelligenza artificiale non ha la possibilità di pensare o riflettere: di conseguenza, aprendoci alla filosofia aristotelica è considerabile *materia inerte*.

Il sistema è guidato da logiche progettate da programmatori o, nel nostro caso, da architetti. Pertanto, più che di pensiero, si dovrebbe parlare di capacità di simulazione, in quanto *l'intelligenza* della macchina non è altro che un codice informatico atto a produrre previsioni e risposte. Il processo, quindi, non esprime coscienza, ma produce e riproduce delle interazioni funzionali, rispettando sempre i limiti imposti dai programmatori informatici. Emerge quindi l'importanza di riconsiderare il termine, riconoscendo alla macchina l'uso di automatismi complessi, ma difendendo il privilegio umano di pensare e, di conseguenza, di esistere.



**Bibliografia**

# Testi

ARMANDO, A. ; DURBIANO, G. (2017). *Teoria del progetto architettonico: dai disegni agli effetti*. Roma: Carocci.

ARMANDO, A. ; DURBIANO, G. (2019). *Disegnare oggetti, disegnare architetture. Due forme dello schema per il progetto*. In Philosophy Kitchen In Schema: Verso un dizionario filosofico-architettonico. Torino: Philosophy Kitchen Extra, <https://ojs.unito.it/index.php/philosophykitchen/issue/view/Extra3%20Philosophy%20Kitchen>

ARMANDO, A. ; DURBIANO, G. (2023). *Critica della ragione progettuale*. Bologna: il Mulino

BERNSTEIN, P. (2022). *Machine Learning: Architecture in the Age of Artificial Intelligence*. Londra: RIBA publishing.

BOTTAZZI, R. (2023). *Architectural Knowledge and Learning Algorithms*. In Disruptive Technologies: The Convergence of New Paradigms in Architecture. New York City: Springer publishing.

BENNA, C. (2022). «Torino non ha “perso” il centro per l'intelligenza artificiale, non ha mai davvero giocato la partita», Corriere della Sera, [https://torino.corriere.it/economia/22\\_maggio\\_30/torino-non-ha-perso-centro-l-intelligenza-artificiale-non-ha-mai-davvero-giocato-partita-a0502d92-dfe0-11ec-907c-89e18a84369e.shtml](https://torino.corriere.it/economia/22_maggio_30/torino-non-ha-perso-centro-l-intelligenza-artificiale-non-ha-mai-davvero-giocato-partita-a0502d92-dfe0-11ec-907c-89e18a84369e.shtml)

BENNA, C. ; COCCORESE, P. (2024). *Torino, parte il centro nazionale per l'Intelligenza artificiale. La sede alle Ogr con 100 ricercatori*, Corriere della sera, [https://torino.corriere.it/notizie/economia/24\\_marzo\\_14/torino-parte-il-centro-nazionale-per-l-intelligenza-artificiale-la-sede-alle-ogr-con-100-ricercatori-7254e202-e137-4636-a949-f76d617fbxlk.shtml](https://torino.corriere.it/notizie/economia/24_marzo_14/torino-parte-il-centro-nazionale-per-l-intelligenza-artificiale-la-sede-alle-ogr-con-100-ricercatori-7254e202-e137-4636-a949-f76d617fbxlk.shtml)

CARDOSO LLACH, D. (2021), *Sculpting spaces of possibility: brief history and prospects of artificial intelligence in design*. In The Routledge

Companion to Artificial Intelligence in Architecture. Londra: Routledge.

CARPO, M. (2011). *The Alphabet and the Algorithm*. Cambridge: The MIT Press.

CARPO, M. (2011). *Beyond Digital: Design and Automation at the End of Modernity*. Cambridge: The MIT Press.

CARPO, M. (2017). *The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence*. Cambridge: The MIT Press.

CARPO, M. (2023). *Chronograms of Architecture*. In A short but believable history of the digital turn in architecture. E-flux Architecture.

CARTISANO, C. ; MARRA, C. (2022). *Progettare nell'incertezza. Il caso della Scuola di Medicina nel Parco della Salute*. Torino: Politecnico di Torino, <https://webthesis.biblio.polito.it/23239/>

CHAILLOU, S. (2022). *Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice*. Nasilea, <https://www.e-flux.com/architecture/chronograms/528659/a-short-but-believable-history-of-the-digital-turn-in-architecture/>

DI PAGO, L. (2024). *CRT ha vinto la sfida del cambiamento, Le OGR saranno la casa dell'AI italiana*, La Stampa

FERRANTE, T. ; ROMAGNOLI, F. (2023). *Supporto o automazione nelle decisioni. Il ruolo dell'intelligenza artificiale per il progetto*. In saggi e punti di vista. Roma: Università Roma Tre, [https://iris.uniroma1.it/retrieve/4be383e7-6930-4a6d-ab89-7f6bab53f138/Ferrante\\_Supporto%20o%20automazione\\_2023.pdf](https://iris.uniroma1.it/retrieve/4be383e7-6930-4a6d-ab89-7f6bab53f138/Ferrante_Supporto%20o%20automazione_2023.pdf)

FINOTTO, C. A. (2020). *Torino si candida a “capitale” dell'intelligenza artificiale*, Il sole 24 ore, <https://www.ilsole24ore.com/art/torino-si-candida-capitale-dell-intelligenza-artificiale-AD0He9i>

F.Q. (2022). *“Il centro per l'intelligenza artificiale non sarà a Torino”*:



polemica per l'annuncio della ministra Messa. Che dice: "Nessun equivoco", Il fatto quotidiano, <https://www.ilfattoquotidiano.it/2022/05/28/il-centro-per-lintelligenza-artificiale-non-sara-a-torino-polemica-per-lannuncio-della-ministra-messa-che-dice-nessun-equivoco/6608385/>

KONING, H. ; EIZENBERG, J. (1981). *The Language of the Prairie: Frank Lloyd Wright's Prairie Houses*. In Environment and Planning B: Planning and Design. Thousand Oaks: SAGE publishing, <https://www.andrew.cmu.edu/course/48-747/subFrames/readings/Koning&Eizenberg.theLanguageOfThePrairie.pdf>

LEACH, N. (2021). *Architecture in the Age of Artificial Intelligence*. London: Bloomsbury Publishing.

LEACH, N. ; DEL CAMPO, M. (2022). *Machine Hallucinations: Architecture and Artificial Intelligence* (92). Hoboken: John Wiley & Sons Inc.

LUISE, C. (2024). *Arriva il polo dell'intelligenza artificiale, farà ricerca su automotive e aerospazio*, La Stampa, [https://www.lastampa.it/torino/2024/05/03/news/polo\\_intelligenza\\_artificiale\\_ai4industry-14272224/](https://www.lastampa.it/torino/2024/05/03/news/polo_intelligenza_artificiale_ai4industry-14272224/)

MEF (2024). *Nasce Fondazione Ai4Industry. Giorgetti: presidiare intelligenza artificiale per sviluppo industriale*, <https://www.mef.gov.it/inevidenza/Nasce-Fondazione-Ai4Industry.-Giorgetti-presidiare-intelligenza-artificiale-per-sviluppo-industriale/>

MITCHELL, M. (2019). *Intelligenza artificiale*. Roma: Codice Edizioni.

N.P. (2021). *DI sostegni bis: ok a Centro italiano di ricerca per l'automotive, sede a Torino*, Il sole 24 ore Radiocor, [https://www.ilsole24ore.com/radiocor/nRC\\_08.07.2021\\_19.13\\_640](https://www.ilsole24ore.com/radiocor/nRC_08.07.2021_19.13_640)

N.P. (2023). *Rivoluzione a Torino: I3A, il progetto che trasforma la città nel centro nazionale dell'intelligenza artificiale*, Mediability, <https://www.mediability.it/rivoluzione-a-torino-i3a-il-progetto-che-trasforma-la-citta-nel-centro-nazionale-dellintelligenza-artificiale/>

[la-citta-nel-centro-nazionale-dellintelligenza-artificiale/](https://www.mediability.it/rivoluzione-a-torino-i3a-il-progetto-che-trasforma-la-citta-nel-centro-nazionale-dellintelligenza-artificiale/)

N.P. (2023). *Torino, la città designata a diventare la principale sede dell'I3A, Istituto per l'Intelligenza artificiale e Milano, la città candidata ad ospitare la sede del Tribunale Unificato dei Brevetti*, Interpatent, <https://www.interpatent.it/torino-citta-i3a-milano-candidata-tribunale-unificato-brevetti/>

N.P. (2024). *Alle OGR la sede del centro AI, "Attireremo i talenti migliori"*, La Stampa

PERES, E. (2020). *Che cosa sono gli algoritmi*. Milano: Salani Editore.

ROCHE, D. J. (2024). *Meet Gendo, the new AI platform used by Zaha Hadid Architects, David Chipperfield Architects, and others for in-house renderings*, The Architect's Newspaper, <https://www.archpaper.com/2024/07/gendo-ai-platform-zaha-hadid-architects-david-chipperfield-architects-and-others-for-in-house-cgis/>

ROCIOLA, A. (2024). *IA per l'industria: è arrivato AI4I*, Speciale Italian Tech Week

TEDESCHI, A. (2014). *AAD Algorithms-Aided Design. Parametric strategies using grasshopper*. Napoli: Le Penseur.

TSIGKARI, M. ; TARABISHY, S. ; KOSICKI, M. (2024). *Towards Artificial Intelligence in Architecture: How machine learning can change the way we approach design*, Plus Journal, <https://www.fosterandpartners.com/insights/plus-journal/towards-artificial-intelligence-in-architecture-how-machine-learning-can-change-the-way-we-approach-design>

WALSH, N. P. (2024). *A Conversation with Bjarke Ingels on AI, 3D Printing, and the Future of the Architectural Profession*, Archinect, <https://archinect.com/features/article/150420098/a-conversation-with-bjarke-ingels-on-ai-3d-printing-and-the-future-of-the-architectural-profession>

WATCH, D. (2008). *Building Type Basics for Research Laboratories*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc.

YANEVA, A. (2009). *Made by the Office for Metropolitan Architecture: An Ethnography of Design*. Rotterdam: 010 Publishers.

YANEVA, A. ; LATOUR B. (2008). "Give me a gun and I will make all buildings move": An ANT's view of architecture. In *Explorations in Architecture: Teaching, Design, Research*. Basilea: Birkhäuser, [https://www.researchgate.net/publication/237749787\\_Give\\_Me\\_a\\_Gun\\_and\\_I\\_Will\\_Make\\_All\\_Buildings\\_Move\\_An\\_ANT%27s\\_View\\_of\\_Architecture](https://www.researchgate.net/publication/237749787_Give_Me_a_Gun_and_I_Will_Make_All_Buildings_Move_An_ANT%27s_View_of_Architecture)

YANEVA, A. (2012). *Mapping Controversies in Architecture*. Londra: Routledge.

## Documenti

CORTE DEI CONTI. (2024). *Statuto AI4I*. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/03/02/24A01185/SG>

COMUNE DI TORINO. (2023). *Interpellanza*. [https://servizi.comune.torino.it/consiglio/prg/intranet/display\\_testi.php?doc=T-I202300121](https://servizi.comune.torino.it/consiglio/prg/intranet/display_testi.php?doc=T-I202300121)

COMUNE DI TORINO. (2022). *Mozione - Dov è finito il centro per l'intelligenza artificiale?* [https://servizi.comune.torino.it/consiglio/prg/intranet/display\\_testi.php?doc=T-M202204607](https://servizi.comune.torino.it/consiglio/prg/intranet/display_testi.php?doc=T-M202204607)

GBC ITALIA. (2020). *Linee guida per la progettazione circolare di edifici*. [https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2021/09/GBC-Italia\\_Linee-Guida-Economia-Circolare.pdf](https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2021/09/GBC-Italia_Linee-Guida-Economia-Circolare.pdf)

MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA, MINISTERO

DELLO SVILUPPO ECONOMICO, MINISTERO PER L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA E LA TRANSIZIONE DIGITALE. (2021). *Programma Strategico Intelligenza Artificiale 2022-2024*. <https://assets.innovazione.gov.it/1637777289-programma-strategico-iaweb.pdf>

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI. DPCM 26/1/2024. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/03/02/24A01185/SG>

REGIONE PIEMONTE. *Protocollo ITACA - Regione Piemonte - Edifici*. [https://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2018/47/attach/dgr\\_07890\\_1050\\_16112018.pdf](https://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2018/47/attach/dgr_07890_1050_16112018.pdf)

## Verbali di scambio

Verbale di scambio con G. Saracco, professore del Politecnico di Torino, 04/04/2024

Verbale di scambio con S. Corgnati, rettore del Politecnico di Torino, e D. Gallina, Presidente della Camera di commercio di Torino, 20/04/2024

Verbale di scambio con L. Peyron, presbitero diocesano e direttore della Pastorale Universitaria di Torino e regionale, 29/05/2024

Verbale di scambio con P. Terna, economista italiano, 24/07/2024

# Ringraziamenti

Desideriamo esprimere la nostra più sincera gratitudine al Professor Giovanni Durbiano per la sua attenzione, il prezioso supporto e l'opportunità di sviluppare questa tesi, stimolandoci lungo tutto il percorso di ricerca.

Un ringraziamento speciale è rivolto alle nostre correlatrici, Federica Joe Gardella e Luciana Mastrolia, che si sono rivelate guide preziose con cui confrontarci, offrendoci sostegno e consigli fondamentali. Desideriamo inoltre ringraziare gli architetti Gabriele Giardino e Piergiorgio Farina, che hanno creduto in noi e nelle nostre potenzialità, affiancandoci fino all'ultimo secondo.

Un pensiero particolare va a Nicolò, la cui competenza e creatività ci hanno permesso di concretizzare molte delle nostre idee grafiche, e a Rebecca, ragazza di Luca e amica di Leonardo, che ci ha supportato e supportato, fornendo aiuto prezioso in diverse fasi di questo percorso. A tutti loro va il nostro più sentito ringraziamento per il contributo che hanno dato per la realizzazione di questo lavoro.

## Ringraziamenti Leonardo

Finalmente sono giunto alla fine di questo percorso universitario, che mi ha visto affrontare grandi e piccoli problemi. Trovo doveroso sottolineare che ho affrontato questa strada a modo mio: forse non ne esco come lo studente perfetto, ma con le tante esperienze che ho portato a termine mi sento pronto e pieno di grinta per guardare ai miei futuri obiettivi. Sono davvero felice di aver concluso questo importante traguardo, e voglio ringraziare tutte le persone che mi hanno sostenuto e aiutato durante il tragitto.

Un ringraziamento speciale va innanzitutto ai miei genitori, che mi sono sempre stati accanto. Si sono impegnati affinché comprendessi il valore e la responsabilità delle mie scelte, e grazie a loro ho potuto apprezzare a pieno l'importanza di questo percorso di studi, mettendolo

continuamente a confronto con la realtà.

Un grazie di cuore va alle mie sorelle. Caterina, la maggiore, che è sempre stata uno scudo per me, aiutandomi dietro le quinte a realizzare le mie idee e credendo in me senza mai tirarsi indietro. Stefania, la più piccola, con il suo potere incredibile di strappare un sorriso anche nei momenti più difficili. In una famiglia che lavora costantemente insieme, non è sempre semplice mantenere gli equilibri, ma lei riesce a rendere tutto più leggero.

Voglio ringraziare anche tutte quelle persone che sono state per me fonte di stimolo e supporto durante questo cammino: chi mi ha consigliato, chi mi ha ascoltato, chi mi ha distratto e chi, talvolta, mi ha insegnato. Grazie ai vicini che tutti vorrebbero avere, Marco e Stefano, con cui condivido follie fin da quando ero bambino; a Betta, la mia cugina/gemella, che mi ha affiancato in tutti i traguardi importanti; a Lolla, la cugina estroversa, capace di farmi ridere e riflettere con poche battute; a Ste Rex, l'amico silenzioso ma sempre presente, anche quando non si fa sentire; ed Enrico, padrino e cugino, che con "umiltà" si è autonomato mio mentore, offrendomi saggi consigli e aiutandomi a vedere le cose da una prospettiva diversa.

Voglio poi ringraziare tutti i miei compagni di università, senza i quali non avrei mai superato gli esami. Un grazie particolare va a Luca e Nicolò, due veri punti di riferimento. Nicolò, con il suo punto di vista sempre diverso e costruttivo, e Luca, sognatore ad occhi aperti, con cui non abbiamo mai avuto paura di puntare in alto, anche a costo di prendere qualche botta. Con loro e con tutto il gruppo, le giornate all'università sono diventate un vero gioco.

Un pensiero speciale al gruppo di amici più eterogeneo che, nonostante la distanza, è sempre rimasto vicino. In particolare, Vincenzo, Pedro, Jack ed Edo: ognuno con la sua visione della vita, è stato l'incipit di tanti momenti per evadere dalla realtà.

Infine, un pensiero va alla mia grande famiglia, e in particolare a tutti i miei cugini, che non hanno mai smesso di supportarmi e aiutarmi in ogni situazione.

### **Ringraziamenti Luca**

Vorrei dedicare questa tesi a mia nonna Lucia che, nonostante la promessa fatta a marzo, non è più qui con me fisicamente.

In primis vorrei ringraziare i miei genitori per avermi supportato (e sopportato) durante tutto il mio percorso accademico; è anche merito vostro se ho raggiunto questo traguardo. Mi avete responsabilizzato in merito alle mie scelte e decisioni, credendo nei miei sogni fin da quando ero bambino. Non ve lo dico mai ma vi voglio bene.

Non da meno mia sorella Sara, la quale mi ha permesso di osservare la vita da un punto di vista differente, talvolta sognando insieme a me per un futuro lavorativo. Non allargarti però in quella che non è più “casa” tua!

Un ringraziamento speciale va alla mia fidanzata Rebecca, al mio fianco in ogni momento, una figura fondamentale per superare ogni difficoltà, permettendomi di trovare la forza anche nei momenti no. Mi hai aiutato in questo lavoro di tesi quasi come fosse tuo, sacrificando il tuo tempo per permettermi di raggiungere il traguardo.

Un ringraziamento va agli amici di vecchia data, Luca, amico speciale che mi ha sempre permesso di svagarmi, e alla sua compagna Noemi; Matteo, conosciuto tra i banchi del Politecnico e ormai amico di vecchia data (sono passati sette anni, sì), tra un po' saremo in due a lamentarci delle tasse! Poi Martina, una persona speciale con cui è nata un'amicizia per puro caso; Infine, Daniele, amico con cui ho sognato per anni e persona di una bontà generosa.

Un grazie anche agli amici dell'università, in poco tempo abbiamo creato un bel legame, riuscite a farmi venire voglia di venire in università e poi tutti a “bere una volta”. Tra questi Leonardo, il matto con cui ho condiviso questa tesi, scontrandoci per il mio perfezionismo, ma al quale piace concretizzare ogni cosa gli passi per la testa.

Ringrazio anche la mia famiglia (compreso quella allargata), i miei zii, cugini e nonni.

Inoltre, un ringraziamento speciale va a me stesso. Nonostante tutti i problemi non ho mai mollato, superando ogni difficoltà che ho incontrato nella vita.

L'intelligenza artificiale sta trasformando profondamente il mondo dell'architettura, non solo nella generazione di immagini o concept a partire da semplici descrizioni testuali, ma anche nella capacità di tradurre informazioni, anche astratte, in dati comprensibili e utilizzabili. Questo rappresenta una vera rivoluzione nella progettazione architettonica, in cui la tecnologia si integra con il processo creativo in modo innovativo.

Siamo Leonardo e Luca, due studenti del Politecnico di Torino, appassionati di progettazione parametrica, sistemi digitali e intelligenza artificiale. In questa ricerca esploriamo il potenziale di un nuovo linguaggio progettuale, dove ogni idea trova una collocazione e un significato all'interno di un contesto più ampio. Un linguaggio che potrebbe liberarci dall'obbligo di spiegare ogni singola parola e ogni passaggio, permettendo una maggiore fluidità nel processo progettuale.

La domanda che ci guida è: come possiamo integrare l'intelligenza artificiale nel processo creativo e progettuale dell'architettura? In questa riflessione, proponiamo la nostra interpretazione di una possibile risposta, consapevoli che il processo sia in continua evoluzione. L'intelligenza artificiale non è solo un supporto tecnico, ma diventa uno strumento che può ampliare le possibilità creative e può influenzare un nuovo approccio metodologico all'architettura.

