



Politecnico
di Torino



Università
di Torino

Corso di Laurea Magistrale interateneo in Architettura del Paesaggio

Tesi di Laurea Magistrale

A.A. 2025 - 2026

Sessione di Laurea Febbraio 2026

Rigenerazione del costruito esistente mediante l'integrazione vegetale

La riattivazione di un isolato ex industriale come spazio
produttivo e culturale

Relatore: Prof. Andrea Bocco

Candidata: Anna Bertozzi



INDICE

Abstract	9
Introduzione	15
1 Quadro storico e culturale	
1.1 Climi boreali con assenza di stagione secca	19
1.2 Climi temperato-caldi piovosi con stagione secca	19
1.2.1 Storia Antica	19
1.2.2 Storia Medievale	20
1.2.3 Storia Moderna	20
1.3 Storia Contemporanea	21
1.3.1 Fine 1800 - inizio 1900	21
1.3.2 Un rinnovato interesse verso l'inverdimento degli edifici: Hoffmann, Hunderwasser e Burle Marx	22
2 Sviluppo urbano sostenibile	
2.1 Sostenibilità ambientale	29
2.1.1 Mitigazione dell'isola di calore urbano	30
2.1.2 Riduzione degli effetti da eventi meteorologici estremi	31
2.1.3 Qualità dell'aria	32
2.1.4 Assorbimento acustico	33
2.1.5 Rete ecologica e aumento della biodiversità	34
2.2 Sostenibilità sociale	36
2.2.1 La regola 3-30-300	36
2.2.2 Salute psicofisica	36
2.2.3 Coesione sociale	37
2.3 Sostenibilità economica	37
2.3.1 Valutazione economica del capitale vegetale	37
2.3.2 Finanziamenti sostenibili	38
2.3.3 Ciclo di vita dei materiali	38
2.3.4 Detrazioni fiscali	39
2.3.5 Efficienza energetica	39
3 Strategie contemporanee di riuso e inverdimento del costruito	
3.1 Riuso del costruito come risorsa urbana	42
3.2 Community garden e progetti partecipati	42
3.3 Spazio pubblico, spazio privato e modelli ibridi: i POPS	43
3.4 Visioni contemporanee e politiche urbane per la città vegetata	43
3.4.1 Iniziative pubbliche	44
3.4.2 Iniziative private	46
4 Progetto dell'intervento	
4.1 Inquadramento territoriale e analisi di contesto	50
4.1.1 Inquadramento climatico	51
4.1.2 Analisi pedologica	51
4.1.3 Analisi falda	52
4.1.4 Analisi temi di base e altimetria	54
4.1.5 Analisi sviluppo storico del costruito	58
4.1.6 Analisi funzioni del costruito	60
4.1.7 Analisi disponibilità di verde pubblico	62
4.1.8 Analisi temperatura superficiale	64
4.2 Analisi isolato di progetto	66
4.2.1 Analisi accessibilità	68
4.2.2 Analisi punto panoramico	70
4.2.3 Analisi fasi costruttive	78
4.2.4 Analisi funzioni attuali	82
4.2.5 Analisi irraggiamento diretto	84
4.2.6 Analisi vegetazione presente	88
4.2.7 Analisi percettiva dello spazio aperto da parte degli abitanti dell'isolato	90
4.2.8 Analisi funzioni future	92

4.3	Interventi progettuali	96
4.3.1	Dettaglio A	104
4.3.2	Dettaglio B	108
4.3.3	Dettaglio C	112
4.3.4	Dettaglio D	116
4.3.5	Dettaglio E	120
4.4	Prestazioni microclimatiche della vegetazione	124
4.4.1	Carbonio stoccato	124
4.4.2	Potenziale evapotraspirazione	125
4.4.3	Escursione Termica Giornaliera (ETG)	126
4.4.4	Carico Radiante (MRT)	127
4.4.5	Physiological Equivalent Temperature (PET)	128
4.4.6	Universal Thermal Climate Index (UTCI)	129
4.4.7	Prestazione della vegetazione applicata ai sistemi verticali	130
4.4.8	Analisi economica della manutenzione delle vegetazione	131
4.5	Gestione delle acque	134
4.5.1	Vesche di fitodepurazione	134
4.5.2	Rain garden	138
4.6	Allegati	143
	Conclusioni	152
	Bibliografia	156
	Iconografia	166
	Ringraziamenti	168



ABSTRACT - ITA

La tesi indaga il tema della rigenerazione del costruito esistente attraverso l'integrazione di sistemi vegetali applicati all'architettura e agli spazi aperti, assumendo come caso studio un isolato ex industriale a prevalente uso artigianale nel comune di Gambettola, Forlì-Cesena.

Il lavoro si inserisce nel dibattito sul riuso del patrimonio produttivo, affrontando il progetto non come operazione eccezionale, ma come modello replicabile per contesti ordinari e diffusi.

L'obiettivo principale è dimostrare come l'integrazione vegetale possa costituire uno strumento efficace per la riattivazione di ambiti produttivi dismessi o parzialmente utilizzati, migliorando il comfort microclimatico, la gestione delle acque meteoriche e la qualità degli spazi di lavoro e di relazione, senza compromettere le attività esistenti. In questo senso, la vegetazione viene intesa come infrastruttura ambientale e sociale, capace di contribuire alla costruzione di una dimensione comunitaria anche in contesti tradizionalmente esclusi dalle pratiche di progettazione dello spazio aperto.

Il progetto assume una posizione rispetto al consumo di suolo e alle emissioni associate ai processi di trasformazione urbana, privilegiando il mantenimento del costruito, la riduzione delle superfici impermeabili e l'impiego di soluzioni tecniche a basso impatto ambientale.

Particolare attenzione è dedicata alla fattibilità dell'intervento, attraverso l'elaborazione di soluzioni progettuali basate su tecnologie esistenti e sistemi manutentivi programmabili.

Pur mantenendo un carattere teorico e sperimentale, il lavoro si fonda su riferimenti scientifici e casi studio europei che ne supportano la validità. Il progetto propone una apertura dell'isolato produttivo verso uno spazio accessibile, abitabile e culturalmente attivo, capace di rispondere alle sfide ambientali e sociali contemporanee anche in una città di provincia, dimostrando come la rigenerazione del costruito possa diventare una pratica diffusa e concreta.



ABSTRACT - ENG

The thesis investigates the regeneration of the existing built environment through the integration of vegetation systems applied to architecture and open spaces, focusing on a former industrial block with a prevailing artisanal use in the municipality of Gambettola, Forlì-Cesena.

The research is framed within the debate on the transformation of productive heritage, addressing design not as an exceptional intervention, but as a replicable model for ordinary and widespread contexts.

The main objective is to demonstrate how vegetation integration can act as an effective tool for the reactivation of dismissed or underused productive areas, improving microclimatic comfort, stormwater management, and the quality of working and shared spaces, while preserving existing activities. In this perspective, vegetation is understood as an environmental and social infrastructure, capable of fostering community-oriented spaces even within contexts traditionally excluded from open-space design practices.

The project takes position regarding land consumption and emissions related to urban transformation processes, prioritising the preservation of existing buildings, the reduction of impermeable surfaces, and the adoption of low-impact technical solutions.

Particular attention is given to the feasibility of the intervention, through a multi-scalar design approach developed based on existing technologies and manageable maintenance systems.

Although maintaining a theoretical and experimental character, the research is supported by scientific literature and European case studies that validate its approach. The project proposes a possible evolution of the productive block into an accessible, livable, and culturally active space, capable of addressing contemporary environmental and social challenges even within a provincial town, demonstrating how the regeneration of the existing built environment can become a concrete and widely applicable practice.



INTRODUZIONE

Molti contesti urbani consolidati si trovano ad affrontare una progressiva perdita di qualità ambientale e spaziale, dovuta alla forte presenza di superfici impermeabili, alla frammentazione e alla carenza di spazi aperti accessibili a scala di quartiere. In particolare, le aree a destinazione produttiva e artigianale, collocate in prossimità di infrastrutture, presentano criticità legate alla vivibilità, alla continuità urbana e alla relazione con lo spazio pubblico circostante.

In questo quadro, il riuso del patrimonio edilizio esistente rappresenta una strategia per intervenire sulla città senza ricorrere a nuovo consumo di suolo. L'integrazione di sistemi vegetati sul costruito – quali facciate vegetate, coperture verdi e spazi aperti permeabili – consente di operare su superfici già urbanizzate, migliorando le prestazioni ambientali degli edifici e contribuendo alla qualità dello spazio urbano.

La tesi si concentra sull'inverdimento edilizio e sugli spazi aperti di pertinenza come dispositivi capaci di integrare funzioni ambientali, spaziali e sociali. L'uso della vegetazione viene indagato non come elemento decorativo, ma come componente architettonica e urbana in grado di incidere sul microclima, sulla gestione delle acque meteoriche e sulla qualità degli spazi di relazione, contribuendo alla costruzione di ambienti più confortevoli e accessibili. Il caso studio è situato nel Comune di Gambettola, in Emilia Romagna, un contesto caratterizzato da una lunga tradizione legata alla produzione artigianale. Il progetto interessa uno degli storici isolati produttivi del comune, originariamente sede di un cementificio attivo dalla prima metà del Novecento successivamente riconvertito, a partire dagli anni Novanta, in un complesso di laboratori artigianali e spazi per attività culturali. A partire dal 2012, la chiusura dell'attività principale ha avviato una fase di parziale dismissione dell'isolato; recentemente, l'acquisizione di una porzione dell'immobile da parte di un'azienda artigianale locale ha segnato l'inizio di un nuovo processo di riattivazione.

Questo momento di transizione ha rappresentato un'opportunità per riflettere sul ruolo degli spazi aperti e sull'integrazione di sistemi vegetati come parte integrante del progetto di recupero. In particolare, il lavoro prende avvio dalla progettazione degli spazi esterni, considerati come elemento chiave per la riapertura dell'isolato e per la sua relazione con il quartiere circostante.

Il progetto propone una strategia di rigenerazione che mantiene la proprietà privata dell'isolato, ma introduce spazi aperti accessibili e fruibili al pubblico. L'inserimento di vegetazione integrata all'architettura e la riconfigurazione delle superfici esterne mirano

a migliorare il comfort ambientale, a supportare le attività artigianali e a offrire nuovi luoghi di relazione per il quartiere, senza imporre usi rigidi o soluzioni estranee al contesto esistente.

Dal punto di vista metodologico, la tesi si sviluppa attraverso un percorso che combina analisi storiche, ambientali e spaziali con la definizione di una proposta progettuale articolata su più scale. Il progetto viene approfondito fino al dettaglio costruttivo, con l'obiettivo di dimostrare la concreta realizzabilità delle soluzioni adottate attraverso l'impiego di sistemi tecnici e prodotti disponibili sul mercato. In questo senso, il lavoro intende fornire un contributo operativo alla riflessione sul riuso del costruito e sull'integrazione della vegetazione come componente strutturante dell'architettura e della città contemporanea.



1. QUADRO STORICO E CULTURALE

L'analisi delle soluzioni storiche di inverdimento architettonico consente di comprendere come, nel corso del tempo, l'architettura abbia cercato di integrare la vegetazione all'interno dello spazio costruito. Osservare i diversi approcci sviluppati in diversi contesti climatici consente di riconoscere i principi progettuali e le strategie tecniche che hanno contribuito a definire le basi del reinverdimento dell'architettura contemporanea.

La suddivisione proposta segue la categorizzazione di Köppen, evidenziando i climi temperato-caldi piovosi con stagione secca e i climi boreali con assenza di stagione secca, distinguendo le esperienze maturate al fine di evidenziare come le condizioni ambientali abbiano influenzato le scelte compositive, materiche e funzionali degli edifici.

Attraverso questo confronto emerge come l'inverdimento sia stato adottato non solo per motivi estetici, ma anche come strumento di regolazione microclimatica, protezione dell'involucro edilizio e miglioramento del comfort abitativo.

Il percorso prosegue fino all'età contemporanea, dove si assiste a una fase di rinnovato interesse verso l'integrazione tra natura e architettura, approfondendo tre figure significative: Ot Hoffmann, Friedensreich Hundertwasser e Roberto Burle Marx, le cui opere rappresentano la sperimentazione di soluzioni che uniscono valore estetico, funzione ecologica e dimensione sociale del progetto.

1.1 CLIMI BOREALI CON ASSENZA DI STAGIONE SECCA

Nelle regioni nordiche, l'uso della vegetazione come parte integrante delle costruzioni si è sviluppato come risposta di diverse popolazioni in convergenza adattiva alle condizioni climatiche estreme. Le *turf house* rappresentano la soluzione trovata dal Nord Europa, alle steppe dell'Asia centrale in cui si sfruttava il terreno come isolante naturale (Sawyer, 1997).

Inizialmente il suolo veniva semplicemente accumulato sui tetti, colonizzato nel tempo da erbe spontanee. Successivamente si cominciarono a utilizzare direttamente zolle di terra vegetate, che offrivano una maggiore stabilità grazie alla rete radicale capace di contrastare il dilavamento. Una volta posizionate, le zolle subivano un lento cambiamento: diminuiva il contenuto d'acqua e si avviava una successione vegetale spontanea alimentata dalla dispersione anemocora e zoocora dei semi (Jim, 2017). Questi edifici, che potevano essere abitazioni o strutture comunitarie come

edifici di culto, hanno mantenuto nei secoli tecniche costruttive sorprendentemente coerenti, infatti ancora oggi si possono ritrovare, soprattutto in villaggi rurali.



Fig.1 Tradizionale struttura a *turf house* costruita nel 1883-85 in Islanda

CLIMI TEMPERATO-CALDI PIOVOSI CON STAGIONE SECCA

1.2

STORIA ANTICA

Nei contesti mediterranei e mediorientali le prime testimonianze di verde architettonico sono legate a giardini pensili e spazi ornamentali. I Sumeri associavano la vegetazione alle *Ziggurat*, mentre gli Assiri dotavano i propri palazzi di grandi giardini anche con porzioni pensili, con annesse opere artificiali di irrigazione notevoli. I Babilonesi sono ricordati per i leggendari Giardini Pensili, una delle sette meraviglie del mondo antico (Tosco, 2021).

In epoca romana, la vegetazione rampicante veniva impiegata sulle facciate con una funzione multifunzionale: forniva ombra, mitigava il calore e garantiva anche risorse alimentari grazie ai frutti prodotti (Köhler, 2008). Un caso archeologico di rilievo è la copertura vegetata rinvenuta nella Villa dei Misteri a Pompei (Condello, 2014) (Fig.2).

1.2.1



Fig.2 Copertura vegetata, Villa dei Misteri, Pompei

1.2.2 STORIA MEDIEVALE

Il Medioevo fu dominato da un modello geometrico e rigido, spesso arricchito da pergole e rose rampicanti (Fig.3). Il verde divenne parte integrante degli spazi religiosi e signorili. Tra gli esempi più noti si ricordano il chiostro vegetato dell'Abbazia di *Le Mont Saint-Michel*, la Torre Guinigi di Lucca (Fig.4), sormontata da sette *Quercus ilex* a 40 metri d'altezza, e i giardini pensili di Villa Medici a Fiesole, concepiti come terrazze panoramiche sul paesaggio fiorentino.

Anche i palazzi urbani di epoca rinascimentale reinterpretarono il giardino pensile: a Palazzo Ducale di Urbino e a Palazzo Piccolomini di Pienza, i giardini sopraelevati venivano racchiusi da mura per nascondersi dall'esterno, ma allo stesso tempo aprivano finestre che incorniciavano il paesaggio collinare (Tosco, 2021).

Fig.3 Illustrazione miniata del 1455 circa
Fig.4 Torre Guinigi, Lucca



1.2.3 STORIA MODERNA

In epoca moderna i giardini pensili proseguirono la loro diffusione, comparando sia all'interno degli edifici che come collegamento tra architettura e paesaggio urbano.

In Cina testi e manuali descrivevano complessi giardini pensili, nei quali vegetazione, rocce e bacini d'acqua si combinavano per evocare paesaggi naturali (Jim, 2017).

Con l'affermarsi del giardino paesaggistico e dello stile pittoresco

in Europa, la vegetazione rampicante acquistò un ruolo estetico sempre più rilevante. Le piante venivano usate per ammorbidire i volumi architettonici, dissolverne le linee rigide e favorire una percezione di continuità con la natura selvaggia che tanto affascinava il gusto romantico (Heseler-Lülff, 2023).

STORIA CONTEMPORANEA

1.3

FINE 1800 - INIZIO 1900

1.3.1

A partire dalla seconda metà del XIX secolo, con la diffusione delle costruzioni in cemento armato, iniziarono a comparire i primi esempi di edifici moderni dotati di coperture vegetate. All'Esposizione Universale di Parigi del 1867 venne presentato il primo edificio con tetto piano ricoperto da vegetazione (Dunnet e Kingsbury, 2008), una soluzione che trovò seguito soprattutto nell'edilizia popolare di fine secolo, dove i tetti ricoperti di sabbia e ghiaia favorirono la colonizzazione spontanea di specie erbacee semi-xerofile adattate a substrati poveri (Köhler e Keely, 2005). Tra il XIX e il XX secolo, il movimento Arts and Crafts recuperò l'estetica della campagna pittoresca inglese, promuovendo giardini dall'aspetto naturale e abitazioni ricoperte da rampicanti. Il giardiniere e paesaggista William Robinson, ad esempio, raccomandava di piantare specie rampicanti su ogni edificio, un approccio che si diffuse rapidamente anche nell'Europa continentale grazie all'architetto Hermann Muthesius e al paesaggista Ludwig Lesser (Heseler-Lülff, 2023).

Gli architetti del Movimento Moderno accolsero favorevolmente l'idea dei tetti verdi, tanto che Le Corbusier li incluse tra i suoi cinque punti dell'architettura. Diversa fu invece la posizione degli esponenti del Razionalismo, che guardavano con sospetto l'uso dei rampicanti, giudicati un retaggio pittoresco poco coerente con il linguaggio formale dell'epoca ("Bauhaus architecture and facade greening"). Ciononostante, negli anni venti numerosi articoli scientifici si concentrarono sulla botanica delle piante rampicanti, con particolare attenzione all'edera (*Hedera helix*), nel tentativo di chiarire gli effetti delle radici avventizie sulle murature e rassicurare gli abitanti (Köhler, 2008).

Durante l'industrializzazione europea, l'uso dei rampicanti sulle facciate rimase comunque diffuso: molte abitazioni appositamente prive di intonaco venivano ricoperte dall'edera, che assolveva sia funzioni estetiche che protettive (Köhler, 2008).

Dopo la Seconda Guerra Mondiale prevalse una certa riluttanza nei confronti di queste soluzioni. Si impose infatti la volontà di separare il “tecnico” dal “pittoresco”: le piante rampicanti furono confinate a pergolati, porticati e recinzioni, spesso con l'utilizzo di un'unica specie come la vite americana (*Parthenocissus tricuspidata*) (Heseler-Lülff, 2023).

1.3.2 UN RINNOVATO INTERESSE VERSO L'INVERDIMENTO DEGLI EDIFICI

Un rinnovato interesse si manifestò tra gli anni Sessanta e Settanta, quando la crescente consapevolezza ambientale e la fiducia nelle nuove tecnologie riportarono al centro il tema dell'inverdimento. In Germania si iniziarono a studiare i modelli storici per reinterpretarli con soluzioni tecniche più avanzate. Le prime sperimentazioni riguardarono l'edilizia popolare, sia sui tetti sia sulle facciate (“Bauhaus architecture and facade greening”). In questo contesto, figure come Friedensreich Hundertwasser e Ot Hoffmann offrono un forte impulso creativo e ideologico.

A **Berlino**, dagli anni Settanta, furono avviate ricerche approfondite sull'ecologia delle piante rampicanti, in particolare *Hedera helix* e *Parthenocissus tricuspidata*, scelte per la rapidità di crescita, l'autonomia di ancoraggio e la facile manutenzione richiesta. Tra il 1983 e il 1997 l'amministrazione cittadina promosse una vasta politica di inverdimento delle facciate, incentivando la piantumazione diretta in suolo di rampicanti, considerati la tipologia più semplice ed efficace (Köhler, 2008).

In quel periodo la vite americana dominava gli scenari urbani berlinesi, mentre in contesti più temperati si preferiva il glicine e, nelle città mediterranee, la *Campsis radicans* (Köhler, 2008).

La **Baumhaus di Darmstadt** (1972) (Fig.5) progettata dall'architetto **Ot Hoffmann** rappresenta uno dei primi tentativi espliciti di integrazione radicale tra architettura e vegetazione. Progettata come prototipo abitativo sperimentale, introduce terrazze e strutture concepite appositamente per accogliere alberi e piante, che qui non hanno un ruolo ornamentale ma diventano protagonisti dello spazio domestico. Hoffmann dimostra come anche l'ambiente urbano possa offrire benessere se la natura viene incorporata nell'architettura (“The Pioneers: Tree House, Darmstadt 1970: Ot Hoffmann”, 2017). L'innovazione del progetto sta anche nella tecnica: per la prima volta gli alberi vennero messi a dimora in vasche di cemento integrate all'edificio, una soluzione resa possi-



Fig.5 Baumhaus, Darmstadt

bile dalle approfondite conoscenze botaniche di Hoffmann (“DAM in Frankfurt: Greening the City – shows green architecture”).

In parallelo, **Hundertwasser** divenne una figura simbolo di questa nuova visione. Con il manifesto **L'albero inquilino** (1973), presentato alla Triennale di Milano, propose di inserire alberi negli edifici, ospitati in nicchie o terrazze e concepiti come abitanti a pieno titolo: “pagano l'affitto” con i loro benefici ambientali e sociali. “Si tratta di qualcosa di molto importante che può rivoluzionare una città, ancor più che ricoprire solo i tetti di verde. Perché gli alberi-inquilini sono alberi che sporgono dalle finestre, sono visibili anche da lontano e ognuno ne può godere, mentre i giardini pensili e i boschi sui tetti sono normalmente invisibili dalla strada” (Hundertwasser, 1973).

Questa filosofia prese forma compiuta con la realizzazione della **Hundertwasser-Haus a Vienna** (1986) (Fig 6,7). L'edificio ospita 52 appartamenti, tuttora abitati da inquilini che beneficiano di affitti calmierati sostenuti dalla città (Kraftl, 2009). Nonostante l'uso di colori vivaci, superfici irregolari e decorazioni abbondanti, la facciata non appare eccessiva: al contrario, fu realizzata con un budget relativamente contenuto, dimostrando come l'arte potesse entrare nella vita quotidiana senza trasformarsi in lusso (Stratonova, 2021). Il complesso è arricchito da una forte dimensione collettiva: vi si trovano tre terrazze comuni e sedici private, sulle quali crescono complessivamente circa 250 alberi. L'edificio integra numerose funzioni per la comunità, tra cui stanze per il gioco dei bambini, una piscina con sauna, una serra invernale, spazi per il fitness, sale per incontri e svago, oltre a negozi e bar (Stratonova, 2021). Questa varietà di ambienti riflette la visione di Hundertwasser di una casa come ecosistema vivo, dove natura, arte e socialità convivono in equilibrio. Un principio centrale del progetto è la personalizzazione dell'abitare: ogni residente deve poter riconoscere la propria finestra al ritorno a casa. Le facciate, scandite da linee sinuose, conferiscono così un senso di identità e appartenenza. L'addolcimento dell'architettura e delle linee rette passa non solo attraverso la vegetazione che si arrampica lungo le pareti e colonizza le coperture, ma anche attraverso l'attenzione a restituire a ciascun abitante un rapporto personale con il proprio spazio (Stratonova, 2021).

Hundertwasser non si limitò a progettare nuovi edifici, ma intervenne anche su strutture esistenti, trasformandole attraverso facciate e coperture. La **Rosenthal Fabrik** (1982) (Fig. 8) rap-



Fig.6 Progetto Hundertwasser Haus, Vienna



Fig.7 Hundertwasser Haus, Vienna

presenta un esempio emblematico di trasformazione non invasiva: le linee sinuose introdotte sulla facciata principale, originariamente scandita da rigide linee orizzontali, restituiscono un senso di umanità all'edificio. L'inserimento di alberi sulla facciata e sul tetto ricostruisce un rapporto diretto tra uomo e natura, anche nello spazio lavorativo. L'intento non è semplicemente estetico: secondo Hundertwasser l'individuo viene toccato dal ritmo organico delle aperture, dall'umanizzazione della facciata e dall'integrazione della vegetazione, sviluppando un'attrazione spontanea e irresistibile verso l'edificio ("Hundertwasser – Original Texts and Manifestos").



Fig.8 Rosenthal Fabrik prima e dopo il progetto di reinverdimento

Non solo in Europa si svilupparono riflessioni sull'integrazione tra architettura e natura. In Brasile, **Roberto Burle Marx** può essere considerato un precursore di questo approccio. La fascia tropicale offre infatti una ricchissima varietà di specie: si contano tra le 300 e le 500 piante rampicanti potenzialmente utilizzabili, contro le 30 - 50 disponibili in Europa Centrale, limitata dalle condizioni climatiche (Köhler et al., 2000).

Il giardino pensile del **Ministero dell'Educazione e della Salute a Rio de Janeiro** (1938) (Fig.9) è tra i primi esempi di inserimento del verde in un contesto urbano denso. Burle Marx concepisce spazi che non si limitano a soddisfare criteri estetici o funzionali, ma che siano al tempo stesso resilienti ed ecologicamente sostenibili. La scelta di piante native non aveva solo una valenza estetica, ma mirava a riprodurre catene ecologiche autosufficienti, capaci di richiedere una manutenzione minima ("Lessons from Roberto Burle Marx: Designing resilient and evolving urban landscapes", 2024). Questo tetto verde anticipa temi oggi centrali: mitigazione dell'isola di calore, raccolta delle acque piovane e incremento della biodiversità grazie alla creazione di habitat per

specie autoctone. Il progetto riflette inoltre la visione di Burle Marx secondo cui l'arte può trasformare l'ambiente urbano sterile. Le superfici vegetali diventano campiture astratte: pattern curvilinei e colori intensi rimandano a composizioni pittoriche, fondendo paesaggio e linguaggio artistico. Le macchie colorate della planimetria, pur essendo un *planting* accurato, richiamano allo stesso tempo un'opera astratta (Chan, 2016).

Un'evoluzione di questa ricerca si ritrova nel progetto per **Sa-fra Bank Headquarters** (1982), dove Burle Marx sperimenta la combinazione tra giardini pensili e pareti verdi. Qui la dimensione verticale del verde assume un ruolo centrale: le forme organiche delle piante tropicali si contrappongono alla geometria rigorosa degli elementi architettonici, creando un paesaggio che è insieme vegetale e scultoreo (Vissilia e Georgi, 2016).



Fig.9 Progetto e foto della realizzazione del giardino pensile del Ministero dell'Educazione e della Salute a Rio de Janeiro

Questi esempi hanno anticipato lo sviluppo delle soluzioni tecnologiche odierne come i sistemi modulari di Living Wall System (LWS) - brevettati da Patrick Blanc e le sperimentazioni di Gernot Minke nell'inverdimento delle coperture.



2. SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE

Le trasformazioni climatiche in atto stanno già producendo conseguenze dirette: degradazione degli habitat, diffusione di specie aliene invasive, riduzione dell'areale delle specie native e crescente scarsità idrica (European Environmental Agency, 2012). A queste si aggiunge l'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi atmosferici estremi, come ondate di calore e alluvioni, che colpiscono con particolare forza i contesti urbani (Kabisch et al., 2016). Parallelamente, lo sviluppo urbano futuro continuerà a esercitare pressioni sugli ecosistemi attraverso la perdita di aree naturali, la frammentazione e impermeabilizzazione del suolo e la densificazione edilizia. Questi processi ridurranno ulteriormente le funzionalità ecologiche degli ecosistemi, con conseguenze dirette sulla qualità della vita e sulla salute delle popolazioni urbane (Karlsson, Ziebarth, 2018). La crescente urbanizzazione e gli effetti sempre più tangibili del cambiamento climatico pongono sfide senza precedenti per le città di tutto il mondo, richiedendo nuovi concetti per uno sviluppo urbano sostenibile.

In una città densa, il verde urbano, nelle sue diverse declinazioni – alberi, arbusti, giardini, parchi, tetti e pareti verdi – costituisce un'Infrastruttura Verde (GI) che svolge molteplici funzioni. Migliora il microclima, riduce il consumo energetico e arricchisce gli spazi urbani sotto il profilo estetico ed ecologico (Pfoser, 2025).

In questo scenario, l'inverdimento degli edifici esistenti si è affermato come una strategia chiave: una pratica che non solo combina benefici ecologici e climatici, ma produce anche valori sociali ed economici, capaci di incidere tanto sul singolo edificio quanto sull'intero quartiere urbano (Köhler, Nistor, 2015). Il reinverdimento edilizio, infatti, contribuisce a rafforzare la resilienza urbana complessiva, offrendo soluzioni integrate che vanno dall'adattamento ai cambiamenti climatici alla gestione delle risorse. L'attenzione si concentra sempre più su uno sviluppo che limiti il consumo di nuovo suolo e che, parallelamente, sappia attivare le superfici verdi presenti. In questo senso gli edifici esistenti rappresentano un potenziale ancora largamente sottoutilizzato: aggiungere superfici vegetali climaticamente attive significa attivare nuove risorse per la gestione idrica, la mitigazione dell'isola di calore, la conservazione della biodiversità e persino la produzione energetica, con effetti positivi anche sul valore immobiliare e sul benessere degli abitanti (Dettmar, 2016).

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

2.1

La crescente impermeabilizzazione dei suoli e la densità edilizia accentuano l'effetto di isola di calore urbano, con differenze termiche che possono raggiungere fino a 10 °C rispetto alle aree periurbane circostanti. Allo stesso tempo, si riduce la capacità naturale del suolo di assorbire e regolare i flussi idrici, aggravando i rischi legati alle piogge intense e alle alluvioni (Van Lier, 2023). Queste dinamiche si collocano all'interno di un contesto globale segnato dall'emergenza climatica. Preservare habitat e biodiversità, che sostengono la produzione alimentare e la capacità naturale di regolazione climatica, diventa quindi una priorità.

Le città sono oggi riconosciute come ecosistemi con un ruolo cruciale nella conservazione della biodiversità e dei servizi ecosistemici (Keith et al., 2022). L'elaborazione di strategie e pratiche di inverdimento degli edifici è fondamentale per la città sostenibile e vivibile (Reichmann, 2023).

Le aree urbane centrali, caratterizzate da una forte densità edilizia, mostrano una costante carenza di spazi verdi. Inoltre, la pressione verso una continua urbanizzazione porta a una riduzione ulteriore delle superfici disponibili e a un peggioramento delle condizioni ambientali. In questo quadro, l'attivazione di superfici inutilizzate, come tetti e facciate, emerge come un'opportunità strategica (Köhler, 1993). È quindi necessario integrare più vegetazione nel tessuto costruito e nelle infrastrutture. Anche piccoli interventi di rinaturalizzazione – come l'installazione di casette-nido per gli uccelli o la scelta di piante adatte a supportare la fauna locale – si rivelano estremamente efficaci nei contesti urbani ad alta densità (Mills et al., 2017; Sutherland et al., 2020).

I benefici dell'inverdimento degli edifici sono molteplici e comprendono (Dettmar, 2016):

- mitigazione dell'isola di calore urbano;
- riduzione dell'impatto delle piogge intense;
- miglioramento della qualità dell'aria;
- assorbimento acustico;
- creazione di rifugi per la fauna urbana e aumento della biodiversità.

2.1.1 MITIGAZIONE DELL'ISOLA DI CALORE URBANO

Il clima urbano tende a essere sensibilmente più caldo rispetto alle aree circostanti, con aumento della frequenza di copertura nuvolosa, precipitazioni, smog e nebbia. L'impatto maggiore per gli abitanti delle città è però il surriscaldamento estivo, aggravato dalla mancanza di raffrescamento notturno. Negli ultimi anni, il numero di giornate calde (oltre i 30 °C) e di giornate torride (oltre i 35 °C) è triplicato ("ISPRA, giorni estivi - Indicatori ambientali") e i dati disponibili non indicano alcuna inversione di tendenza, rendendo questo fenomeno destinato a intensificarsi ulteriormente.

Le cause dell'isola di calore urbano risiedono nella capacità delle superfici artificiali di assorbire e immagazzinare energia termica. I materiali comunemente utilizzati in edilizia e nelle infrastrutture stradali accumulano le radiazioni solari a onde lunghe, riscaldandosi. L'energia viene poi rilasciata nell'ambiente urbano, contribuendo al mantenimento di alte temperature nelle ore notturne e riducendo l'efficacia della ventilazione naturale (Van Lier, 2023). Una risposta diffusa è l'uso della climatizzazione, ma si tratta di una soluzione parziale: l'aria condizionata riduce il disagio negli spazi interni, ma al prezzo di incrementare il calore disperso nell'ambiente urbano, amplificando così il problema di fondo. Diventa quindi necessario adottare soluzioni alternative, capaci di agire sulle cause strutturali dell'isola di calore.

Le strategie di depavimentazione e inverdimento e la presenza di vegetazione favoriscono il raffrescamento evaporativo e l'ombreggiamento, generando freschezza e attenuando i picchi termici nelle città (Pfoser, 2023). La protezione e la deimpermeabilizzazione del suolo – tramite la realizzazione di aree verdi, superfici parzialmente permeabili e zone di infiltrazione – contribuiscono a ridurre il carico fognario, a favorire la ricarica delle falde e a migliorare il microclima locale (KieSSL, 1989). In questo contesto, gli edifici verdi hanno un ruolo determinante. La vegetazione applicata a tetti e facciate attenua le oscillazioni termiche, riducendo il fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo, con conseguente diminuzione delle emissioni di CO₂ (Köhler, 2015). Per queste capacità l'inverdimento delle città può fornire un contributo significativo alla mitigazione climatica necessaria per mantenere l'aumento delle temperature globali sotto i 2 °C entro il 2030 (Griscom et al., 2017).

L'integrazione dell'acqua nella progettazione amplifica ulteriormente questi benefici: migliora il microclima urbano col raffrescamento evaporativo (Kaiser, 2008).

RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DA EVENTI METEOROLOGICI ESTREMI 2.1.2

Uno degli impatti più rilevanti del cambiamento climatico nelle aree urbane è l'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi meteorologici estremi, come piogge improvvise e abbondanti.

In città, l'elevata impermeabilizzazione del suolo e la prevalenza di superfici sigillate annullano la naturale capacità di ritenzione e infiltrazione dell'acqua piovana. Di conseguenza, grandi quantità di precipitazioni defluiscono rapidamente verso il sistema fognario, generando un sovraccarico che porta a inondazioni improvvise sempre più frequenti (Pfoser, 2023; Well, 2023).

In una prospettiva di sostenibilità, l'acqua piovana non dovrebbe essere smaltita immediatamente, ma trattenuta e valorizzata come risorsa, attraverso sistemi di stoccaggio e ritenzione. È possibile destinarla all'irrigazione del verde urbano, alla ricarica delle falde o a usi domestici non potabili, trasformando un potenziale rischio in un'opportunità (Well, 2023).

Accanto a soluzioni convenzionali come cisterne interrato, trovano spazio Soluzioni Basate sulla Natura (NBS), come bacini di infiltrazione e tetti verdi, che uniscono funzionalità tecnica e valore ecologico.

A questo approccio si affianca l'utilizzo di risorse idriche alternative, tra cui le acque grigie – provenienti da lavabi, docce o lavatrici – e quelle di scarto da processi industriali, ad esempio l'acqua di raffreddamento. Questi flussi, meno inquinati delle acque nere, possono essere convogliati in sistemi naturali di filtraggio, come canneti o tetti verdi, e riutilizzati per scarichi WC o irrigazione, riducendo l'uso di acqua potabile di alta qualità. Un ulteriore vantaggio è la loro maggiore continuità di disponibilità rispetto alle piogge, rendendole particolarmente adatte a contesti urbani caratterizzati da siccità intermittenti (Pfoser, 2025).

Su scala più ampia, la gestione integrata di acqua e vegetazione rientra nel concetto di Infrastruttura Verde-Blu (BGI), che comprende non solo il verde edilizio, ma anche parchi, corsi d'acqua e spazi naturali urbani. Questa rete multifunzionale protegge e promuove i Servizi Ecosistemici (SE), contribuendo all'adattamento

climatico e generando benefici ambientali, sociali ed economici (European Commission, 2015).

A livello architettonico, la Green-Blue Architecture declina questi principi su scala di progetto, integrando in modo sinergico vegetazione e acqua come componenti strutturali. Gli edifici e lo spazio aperto circostante formano un'entità coerente. Ne derivano edifici e spazi aperti capaci di interagire tra loro, offrendo soluzioni resilienti che assumono un ruolo attivo nelle reti ecologiche urbane (Well, 2023).

Infine, l'inverdimento edilizio contribuisce anche a proteggere le superfici costruite dall'azione diretta delle precipitazioni, come può essere la grandine. Le facciate ricoperte di vegetazione, ad esempio, riducono significativamente l'impatto della pioggia battente: studi dimostrano che una parete coperta di edera mantiene un'umidità nettamente inferiore rispetto a una parete esposta, migliorandone la durabilità e l'isolamento termico (Rath et al., 1989; Köhler, 1993).

2.1.3 QUALITÀ DELL'ARIA

La densità edilizia e l'elevato traffico veicolare sono tra i principali fattori che incidono sulla qualità dell'aria nelle città, generando al tempo stesso inquinamento atmosferico, acustico e un peggioramento del microclima urbano (Valappil, 2017).

L'inverdimento rappresenta una delle strategie più efficaci per mitigare tali effetti, ma la scelta delle specie deve essere calibrata al contesto specifico. In strade strette e molto trafficate, ad esempio, occorre valutare soluzioni che evitino l'accumulo di inquinanti (Gorbachevskaya, 2007).

Le piante contribuiscono alla qualità dell'aria urbana attraverso diversi processi:

- la fotosintesi, che assorbe anidride carbonica;
- la capacità di legare Particolato Molecolare (PM) sulle superfici fogliari per morfologia fisica (adsorbimento);
- l'assorbimento di PM attraverso gli stomi fogliari (Corada et al., 2021).

I PM, costituiti da polveri sottili, metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici, rappresentano una delle forme più gravi di inquinamento urbano (EEA, 2017; Baraldi et al., 2019). Le piante possono rimuovere gli inquinanti adsorbendo (deposizione) varie dimensioni di particelle di PM sulle loro foglie e fusti, oppure assorbendo (consumando) gas attraverso gli stomi fogliari. Le velo-

cià di adsorbimento e assorbimento sono influenzate dalle caratteristiche della specie e dai fattori climatici (Corada et al., 2021). Le caratteristiche morfologiche delle foglie influenzano in modo significativo l'efficacia di questi processi. Le foglie ruvide o pelose trattengono più particolato.

Tra le specie più efficaci si segnalano i muschi che svolgono un ruolo importante, poiché assorbono le polveri sottili metabolizzandole e utilizzando i composti come fonte di nutrienti (Van Lier, 2023).

Le conifere sempreverdi, grazie alla superficie aghiforme, cerosa e alla persistenza annuale della chioma, riescono ad accumulare particolato in modo continuo, arrivando a stoccare un quantitativo importante (Corada et al., 2021). Tuttavia, l'interazione tra vegetazione e qualità dell'aria urbana è complessa. Alcune specie rilasciano Composti Organici Volatili (VOC) come difesa da stress ambientali, i quali possono avere effetti indesiderati (Baraldi et al., 2019).

La scelta delle specie da impiegare in città deve quindi considerare anche questi aspetti fondamentali nella scelta delle specie adatte all'ambiente urbano.

Accanto a queste considerazioni, non va trascurato il ruolo del polline come fattore di disturbo per la salute pubblica. Con circa il 30% della popolazione mondiale affetta da allergie e patologie respiratorie correlate, la pianificazione urbana deve tenere conto dei calendari pollinici e della classe allergenica delle specie messe a dimora, evitando piante altamente allergeniche in prossimità di spazi destinati allo svago o alla socialità (Cariñanos e Marinangeli, 2021). L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e l'Organizzazione Mondiale per le Allergie (OMA) hanno sottolineato l'urgenza di interventi volti a migliorare la qualità dell'aria nelle aree urbane, indicando il verde urbano come una delle strategie più promettenti per coniugare salute pubblica e sostenibilità ambientale (OMA, 2011).

ASSORBIMENTO ACUSTICO

La riduzione del suono avviene principalmente attraverso tre meccanismi: la distanza, la riflessione e l'assorbimento.

La vegetazione, grazie alla disposizione inclinata delle foglie su piani differenti, alla loro massa e alla densità complessiva della chioma, può attenuare le onde sonore.

Al contrario, le superfici dure e impermeabili tipiche degli spazi urbani riflettono e amplificano il rumore, sovrapponendo le fonti sonore e generando un disturbo continuo, in particolare nelle

2.1.4

aree esposte al traffico (Kunstmann, 2009).

L'inserimento di elementi vegetali rappresenta quindi una strategia complementare, utile soprattutto se integrata con soluzioni di design urbano e pianificazione acustica.

2.1.5 RETE ECOLOGICA E AUMENTO DELLA BIODIVERSITÀ

Le città rappresentano dei veri e propri “hot spot” di biodiversità: ospitano migliaia di specie di insetti e centinaia di specie di uccelli nidificanti. Assumono quindi un ruolo cruciale come habitat sostitutivi rispetto alle aree rurali, diventando ambienti estremi ma fondamentali per piante e animali. Per questo, la protezione e la promozione della natura urbana risultano prioritarie.

L'inverdimento degli edifici rende la natura più accessibile anche nei quartieri densi e poveri di spazi aperti (Schmauck, 2023). Questi sistemi offrono habitat alternativi, opportunità di nidificazione e fonti di cibo, favorendo uccelli, pipistrelli e insetti impollinatori.

Uccelli: molte specie cittadine si riproducono sugli edifici, ma gli spazi adatti restano scarsi. L'installazione di nidi artificiali e l'uso di piante sempreverdi come l'edera possono fornire rifugio e alimentazione durante tutto l'anno (May, 2024).

Pipistrelli: protetti dalla legge italiana (Agnelli et al., 2008), contribuiscono al controllo degli insetti. Favorire la loro presenza in cassette apposite o facciate verdi riduce la possibilità che entrino nelle grondaie per cercare riparo (Schmauck, 2023).

Insetti: sebbene spesso percepiti come fastidiosi, sono indispensabili in un sistema equilibrato. La vegetazione progettata con attenzione può favorire un rapporto stabile tra predatori e prede, rafforzando la catena trofica (Schmauck, 2023).

L'efficacia di una facciata verde per la promozione della biodiversità dipende da vari fattori. Un inverdimento rado o una monocultura hanno un valore basso di biodiversità. La selezione delle piante, la posizione, l'esposizione al vento, la diversità vegetale, l'altezza e la combinazione di specie con l'installazione di nidi artificiali possono convertire un elemento sterile in una soluzione progettata ed equilibrata.

Gli impollinatori sono particolarmente rilevanti per la riproduzione delle piante. Studi redatti nel Regno Unito dal 1980 fino ad oggi mostrano come 40 specie di insetti impollinatori si siano estinti. Specialmente l'articolato mondo delle specie delle api ha subito un declino del 52% (Balfour et al., 2018). Le cause principali di

questa diminuzione includono la perdita di habitat, i pesticidi e il cambiamento climatico (Donkersley et al., 2023). Anche piccoli spazi urbani come community garden e giardini privati possono offrire habitat stabili e contribuire alla loro sopravvivenza. Per gli insetti non è necessario che i corridoi ecologici siano continui: riescono infatti a spostarsi agevolmente tra piccoli habitat favorevoli, sfruttandoli come tappe intermedie per nutrirsi o trovare riparo (MacDonald et al., 2018). Se i giardini privati si considerano come piccole patch uniformemente distribuite nella città, appariranno frammentate ma non isolate: servono la rete urbana come nodi (Mimet et al., 2020). Di stessa importanza è la manutenzione: ridurre la frequenza degli sfalci e permettere la fioritura naturale sono pratiche semplici ma fondamentali per sostenere impollinatori e biodiversità (Donkersley et al., 2023).

I giardini privati svolgono un ruolo significativo. Sebbene ogni singolo giardino sia troppo piccolo per avere un impatto rilevante, nel complesso rappresentano un'importante risorsa ecologica urbana, fornendo alimento e rifugio a uccelli, api selvatiche, anfibi e microfauna (Muratet e Fontaine, 2015). I giardini privati rappresentano la maggiore componente di spazio verde in molte aree urbane. Ulteriormente funzionano come stepping stone per la connettività ecologica, riducendo la frammentazione e collegando le core area costituite dai grandi parchi urbani (Mimet et al., 2020). Tuttavia, il contributo dei giardini privati dipende dalle scelte individuali. Fattori culturali e socioeconomici influenzano infatti pratiche di giardinaggio spesso guidate da criteri estetici più che ecologici. Per questo è fondamentale sviluppare strategie di comunicazione e partecipazione che aiutino i cittadini a riconoscere i propri giardini come ecosistemi e a modificare le pratiche di gestione in favore della biodiversità (Van Heezik et al., 2012). Trasmettere conoscenze e dialogare collaborativamente per uno scambio di opinioni è il punto di partenza. Cambiare le abitudini di giardinaggio, soprattutto in supporto della biodiversità nativa, richiede una conoscenza dei valori che sottendono le abitudini, un riconoscimento delle norme che influenzano il disegno dei giardini, la manutenzione e la comunicazione di stile che può arrivare a un comportamento stabile a lungo tempo (Van Heezik et al., 2012).

Per esempio, a Parigi, i giardini privati rappresentano il 36,4% della superficie verde, ma corrispondono al 47,9% degli habitat disponibili e riducono la resistenza della matrice urbana del 57% (Mimet et al., 2020).

2.2 SOSTENIBILITÀ SOCIALE

La presenza del verde in città non ha solo un valore ambientale, ma rappresenta anche un elemento fondamentale di sostenibilità sociale. Diversi studi, citati in seguito, mostrano come la vicinanza a spazi naturali migliori il benessere psicofisico degli abitanti, riducendo lo stress, favorendo la coesione sociale e contribuendo alla qualità della vita urbana.

2.2.1 LA REGOLA 3-30-300

Negli studi contemporanei di pianificazione e gestione delle città, la presenza diffusa di alberi e spazi verdi è sempre più associata a benefici ambientali e di salute pubblica. In questo contesto, la regola del 3-30-300 proposta da Cecil C. Konijnendijk definisce tre soglie operative per favorire l'accesso alla natura negli ambiti urbani: poter vedere almeno tre alberi da ogni abitazione, scuola o luogo di lavoro, garantire una copertura arborea minima del 30 % in ogni quartiere e assicurare che nessuna residenza sia a più di 300 m da un'area verde di qualità (Konijnendijk, 2022).

La letteratura sul tema sottolinea il significato di queste soglie: la visibilità diretta di alberi è associata a miglioramenti negli indicatori di benessere psicofisico e di salute mentale; la copertura arborea a livello di quartiere contribuisce alla moderazione del microclima e alla riduzione dell'inquinamento atmosferico; la prossimità di spazi verdi promuove l'uso quotidiano di tali aree per attività di ricreazione (Konijnendijk, 2022).

2.2.2 SALUTE PSICOFISICA

L'ambiente urbano, con la sua costante sovraesposizione a stimoli e informazioni, rappresenta un fattore di stress significativo. In questo contesto, il contatto con la natura diventa una risorsa preziosa: la ricerca dimostra infatti che il corpo umano reagisce involontariamente agli elementi naturali, mentre non risponde nello stesso modo a quelli artificiali (Ulrich, 1999). Esporsi al verde, oltre a praticare attività fisica e ricevere luce solare, aiuta a ridurre ansia, depressione e fatica mentale (Gascon et al., 2018). Le persone prive di un giardino risultano più vulnerabili allo stress, confermando l'importanza di spazi verdi accessibili ("A garden at your doorstep may reduce stress", 2004). Questo approccio è coerente con la definizione di salute dell'OMS: "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattia o infermità" (OMS, 1948).

COESIONE SOCIALE

Gli spazi verdi urbani rafforzano il capitale sociale, favorendo la condivisione intergenerazionale e il senso di appartenenza (Jennings e Bamkole, 2019).

Nelle città europee dense, oltre ai grandi parchi, assumono crescente rilevanza i piccoli spazi verdi urbani. Pur meno studiati, hanno un grande valore per la loro diffusione capillare e la facilità di inserimento anche in contesti con scarsità di aree disponibili. Come analizzato dallo studio redatto da Chiesi e Costa su diversi piccoli spazi verdi urbani nella città di Firenze, gli utenti dei piccoli spazi verdi urbani frequentano questi luoghi in modo regolare; circa la metà utilizza lo spazio verde quotidianamente. Gli anziani emergono come i principali utilizzatori. Questi spazi spesso non sono la destinazione finale ma tappe intermedie. Svolgono il ruolo di luoghi di pausa e, nelle giornate più calde, rifugi climatici accessibili. La multifunzionalità di questi spazi è importante come aggregatore sociale, legati alla prossimità e alla vita quotidiana del quartiere. Più della metà degli intervistati frequenta i piccoli spazi verdi in compagnia, spesso tra persone di diverse generazioni, con il gioco che si conferma un'attività intergenerazionale spontanea. Circa un quinto li vive in solitudine. Le attività legate agli animali da compagnia coinvolgono un quarto della popolazione osservata: pur nascendo come momenti individuali, passeggiare o giocare con il proprio cane favorisce emozioni positive e occasioni di incontro. Altre attività includono la lettura, l'ascolto della musica o semplicemente il riposo sull'erba. I frequentatori sottolineano inoltre il valore delle esperienze sensoriali offerte da questi luoghi: rilassamento, ascolto dei suoni naturali, contemplazione, pace e calma. I piccoli spazi verdi urbani si distinguono dai parchi cittadini per modalità e tempi d'uso: sono frequentati durante tutto l'anno, con minori variazioni stagionali, e sebbene le permanenze siano più brevi, la loro fruizione è costante (Chiesi e Costa, 2022).

2.2.3

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

2.3

VALUTAZIONE ECONOMICA DEL CAPITALE VEGETALE

2.3.1

I Servizi Ecosistemici (SE) comprendono i processi e le condizioni attraverso cui gli ecosistemi naturali sostengono la vita umana. Oltre a fornire beni materiali, rappresentano una componente essenziale dell'economia, poiché garantiscono funzioni vitali come il

riciclo delle risorse e offrono benefici immateriali culturali, estetici e legati al benessere, fondamentali per la qualità della vita (Daily, 1997). In termini economici, i SE possono essere considerati il capitale naturale: pur essendo spesso percepiti come gratuiti e abbondanti, le economie sviluppate li hanno trasformati in prodotti e servizi valutabili (Chee, 2004). Dal punto di vista economico, il valore dei SE è antropocentrico: ciò che misuriamo è il contributo della Natura al benessere umano, rendendo queste valutazioni strumentali e utilitaristiche (Salles, 2011). La Natura, infatti, non appartiene a nessuno e i SE restano al di fuori dei mercati tradizionali, risultando invisibili nelle analisi economiche convenzionali. Vengono quindi utilizzate le valutazioni economiche sui SE per rendere visibile il contributo che dovremmo supportare se gli ecosistemi cessassero di esistere (Chee, 2004).

2.3.2 FINANZIAMENTI SOSTENIBILI

Il Piano d'Azione dell'Unione Europea entrato in vigore nel 2020 ha introdotto la Tassonomia UE ("EU Taxonomy Navigator"), uno strumento volto a definire obiettivi e criteri per finanziare attività economiche sostenibili. Per essere considerate tali, le attività devono contribuire significativamente a uno o più obiettivi ambientali e sociali, senza arrecare danni agli altri e rispettare standard minimi di sostenibilità. Tra gli obiettivi principali si annoverano la protezione del clima, la transizione verso un'economia circolare, l'uso sostenibile delle risorse idriche e marine, l'adattamento ai cambiamenti climatici, la protezione della biodiversità, la prevenzione dell'inquinamento ambientale e la valorizzazione estetica e sociale degli spazi urbani.

L'inverdimento degli edifici esistenti contribuisce concretamente a questi obiettivi. Dal punto di vista economico, questi interventi si traducono in vantaggi tangibili lungo l'intero ciclo di vita degli edifici. La gestione termica e idrica riduce i costi energetici e delle acque reflue, mentre la protezione dai raggi UV e dalle escursioni termiche aumenta la durabilità dei materiali, posticipando interventi di manutenzione e sostituzione. L'inverdimento contribuisce anche all'aumento del valore degli immobili e consente l'accesso a incentivi e finanziamenti europei, come LIFE+ o il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (Konig, 2009).

2.3.3 CICLO DI VITA DEI MATERIALI

I tetti verdi contribuiscono alla durabilità complessiva dei materiali dell'involucro riducendo i cicli di sostituzione (Service Life of

Building Components, 2017). Possono prolungare significativamente la vita di un sistema di impermeabilizzazione, riducendo l'invecchiamento indotto dai raggi UV e attenuando le variazioni termiche. I costi di manutenzione e sostituzione che normalmente si verificherebbero dopo 20-30 anni possono essere rinviati di ulteriori 10-20 anni (Hämmerle, 2004). Inoltre, i substrati e le piante offrono protezione contro eventi atmosferici estremi, come chicchi di grandine, che potrebbero danneggiare tetti e rivestimenti di facciata (Konig, 2009).

DETRAZIONI FISCALI

I sistemi verdi trattengono parte dell'acqua piovana, riducendo il carico sui sistemi fognari urbani. Questo beneficio viene riconosciuto attraverso agevolazioni fiscali o riduzioni delle tariffe sulle acque reflue proporzionali alla superficie verde installata (Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152). In pratica, i tetti verdi rappresentano una misura di deimpermeabilizzazione premiata economicamente, con risparmi diretti per i proprietari.

EFFICIENZA ENERGETICA

L'inverdimento degli edifici contribuisce a migliorare l'efficienza energetica. I tetti verdi, grazie alla loro struttura stratificata, riducono la dispersione di calore in inverno e mantengono fresche le superfici durante l'estate, riducendo il fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento. Anche le facciate verdi, agendo come ombreggiatura, diminuiscono l'assorbimento del calore solare, contribuendo a una climatizzazione più efficiente e a costi energetici inferiori (Schmidt, 2003).

L'inverdimento migliora l'estetica e il comfort degli edifici, aumentando la qualità della vita dei residenti. Questi fattori soft, insieme ai risparmi energetici e alla maggiore durabilità dei materiali, si traducono in un incremento del valore degli immobili. La presenza di spazi verdi è considerata un elemento distintivo e attrattivo, che può influenzare positivamente il prezzo di mercato e l'interesse di potenziali acquirenti o locatari (Pfoser, 2025).

2.3.4

2.3.5



3. STRATEGIE CONTEMPORANEE DI RIUSO E INVERDIMENTO DEL COSTRUITO

3.1 RIUSO DEL COSTRUITO COME RISORSA URBANA

Il riuso del patrimonio edilizio esistente rappresenta una delle principali strategie per contrastare il consumo di suolo e promuovere modelli di sviluppo urbano più sostenibili. In particolare, le aree industriali dismesse costituiscono una risorsa strategica per la rigenerazione urbana, in quanto spesso collocate in posizioni infrastrutturalmente privilegiate ma caratterizzate da processi di abbandono, frammentazione e degrado.

La letteratura sul recupero delle ex aree industriali evidenzia come tali spazi non debbano essere interpretati come vuoti da colmare, ma come strutture portatrici di valori storici, spaziali e sociali (Marocco, 2017). Il riuso è un'operazione complessa che integra conservazione, trasformazione e reinterpretazione, consentendo l'introduzione di nuove funzioni senza cancellare le tracce del passato produttivo.

In questo contesto, la vegetazione può assumere un ruolo centrale come elemento di mediazione tra memoria e innovazione. L'inverdimento degli edifici e degli spazi aperti contribuisce a rendere nuovamente accessibili e abitabili ambiti urbani precedentemente esclusi dalla vita quotidiana.

3.2 COMMUNITY GARDEN E PROGETTI PARTECIPATI

Oltre ai benefici ambientali, il verde urbano svolge una funzione fondamentale sul piano sociale e relazionale. Esperienze di community garden, orti condivisi e spazi verdi autogestiti dimostrano come la vegetazione possa diventare un catalizzatore di pratiche comunitarie, favorendo l'incontro, il senso di appartenenza e il benessere psicofisico degli abitanti (Casazza e Pianigiani, 2016). Queste esperienze si caratterizzano per un approccio bottom-up, in cui cittadini, associazioni e lavoratori partecipano attivamente alla costruzione e alla gestione dello spazio.

In contesti di riuso del costruito, l'integrazione di spazi verdi accessibili contribuisce a superare la monofunzionalità di complessi ex industriali, introducendo usi ibridi e temporanei capaci di adattarsi alle esigenze della comunità (Ciavarella, 2018). Il verde non viene quindi inteso come elemento decorativo, ma come infrastruttura sociale in grado di supportare nuove forme di vivere lo

spazio, anche quello del lavoro da parte degli artigiani.

SPAZIO PUBBLICO, SPAZIO PRIVATO E MODELLI IBRIDI: I POPS 3.3

Il progressivo venir meno dell'attore pubblico nei processi di governo urbano ha messo in discussione la tradizionale dicotomia tra spazio pubblico e spazio privato. In questo quadro si collocano i Privately Owned Public Spaces (POPS), spazi formalmente privati ma accessibili e fruibili dal pubblico, nati spesso come esito di negoziazioni tra amministrazioni pubbliche e investitori privati (Gašparović et al., 2023). La letteratura sottolinea come i POPS possano rappresentare un'opportunità per migliorare la qualità urbana, in particolare in contesti caratterizzati da carenza di spazi pubblici.

La trasformazione di complessi industriali in ambiti a uso misto offre l'opportunità di ridefinire il rapporto tra spazi di lavoro, spazi aperti e fruizione collettiva.

In questa tesi, il concetto di POPS viene assunto criticamente come riferimento per riflettere sulla possibilità di integrare spazi verdi accessibili alla collettività all'interno di complessi edilizi rigenerati. Il verde diventa così uno strumento per rafforzare la comunità e la reintegrazione dello spazio nel tessuto cittadino, contribuendo alla costruzione di spazi inclusivi.

VISIONI CONTEMPORANEE E POLITICHE URBANE PER LA CITTÀ VERDE 3.4

Le strategie di rigenerazione del costruito attraverso la vegetazione trovano riscontro in politiche urbane europee che affrontano in modo strutturato le sfide legate al cambiamento climatico, alla densità urbana e alla qualità dello spazio pubblico. Lo spazio vegetato viene progressivamente riconosciuto come infrastruttura ambientale e sociale, integrata nelle politiche edilizie, negli strumenti normativi e nelle pratiche quotidiane dei cittadini (Fassbinder, 2022).

3.4.1 INIZIATIVE PUBBLICHE

Un esempio significativo è rappresentato dalla città di **Amsterdam**, che dal 2012 promuove la realizzazione dei cosiddetti *geveltuinen*, piccoli giardini lineari lungo le facciate degli edifici residenziali. Il Comune interviene su richiesta rimuovendo una porzione di pavimentazione di larghezza compresa tra i 45 e i 60 cm concedendo l'uso del suolo ai cittadini per finalità di inverdimento. La proprietà dell'area rimane pubblica, mentre la manutenzione è affidata ai residenti, configurando una forma di concessione temporanea orientata al miglioramento del benessere collettivo. Per favorire l'accessibilità dell'iniziativa, l'amministrazione mette a disposizione kit di piante preselezionate, prevalentemente autotone e orientate al supporto della biodiversità urbana ("Geveltuin aanvragen").



Fig.10 Facciata vegetata con *Wisteria sinensis*, Saxen-Weimarlaan 20, Amsterdam



Fig.12 Facciata vegetata con *Rosa ssp.*, Saxen-Weimarlaan 42, Amsterdam



Fig.13 Facciata vegetata con *Partenocissus tricuspidata*, Koninginneweg 212, Amsterdam



Fig.11 Attacco a terra della facciata vegetata con *Wisteria sinensis*, Saxen-Weimarlaan 20, Amsterdam

Un caso rilevante per l'integrazione tra politiche pubbliche, ricerca scientifica e progettazione è quello di **Vienna**. La città ha avviato già nel 2010 interventi sperimentali di inverdimento delle facciate, come nel caso dell'edificio municipale MA 48, sede dell'ufficio di gestione dei rifiuti (Fig. 14). L'intervento, accompagnato da un gruppo di ricerca dell'Università di Risorse Naturali e Scienze Applicate (Boku), ha dimostrato benefici significativi in termini di isolamento termico e raffrescamento passivo. In particolare, l'inverdimento a parete ha consentito una riduzione della trasmissione del calore pari a 0,19 W/(m²·K), corrispondente a una diminuzione media annua dei costi di riscaldamento del 20% (Scharf et al., 2012). Inoltre, la diminuzione della temperatura superficiale della parete fino a 7 °C dietro il sistema verde ha permesso di dismettere 75 unità di condizionamento precedentemente utilizzate nei mesi estivi (Scharf et al., 2012).

A partire da questi risultati, nel 2020 la città di Vienna ha stanziato fondi dedicati al rinverdimento delle facciate, accompagnati da una strategia di comunicazione e da una guida tecnica rivolta ai cittadini, che documenta tipologie di impianti, tecnologie, costi e modalità di manutenzione. Dal punto di vista normativo, la possibilità di espandere il perimetro edilizio fino a 20 cm senza necessità di autorizzazione costituisce un incentivo concreto alla realizzazione di sistemi di inverdimento verticale ("Fassadenbegrünung am Privatgrundstück - Förderungsantrag").

La città di **Parigi** propone politiche municipali orientate all'integrazione della natura nella struttura urbana, attraverso programmi che coinvolgono sia la collettività sia le istituzioni locali in processi di rigenerazione ambientale e sociale.

Un'iniziativa emblematica in questo senso è il programma *Paris Jardine*, promosso dal Comune per favorire la partecipazione attiva dei cittadini alla vegetazione della città. Attraverso questo strumento è possibile, ad esempio, ottenere un permesso per vegetare spazi pubblici come marciapiedi, purché il progetto sia proposto da un gruppo di almeno cinque persone. Il Comune fornisce supporto tecnico, documentazione e materiali, rendendo l'azione di giardinaggio urbano accessibile e sostenuta dall'amministrazione locale ("Paris Jardine", 2025).

La filosofia di *Paris Jardine* non si limita alla semplice piantumazione: la piattaforma offre possibilità di intervento nei più diversi contesti urbani. Dalla strada alla corte interna, dal balcone al tetto, fino ai giardini condivisi e agli spazi didattici nelle scuole. Questa molteplicità di forme di intervento riflette un approccio inclusivo, che considera la vegetazione non solo come componente esteti-

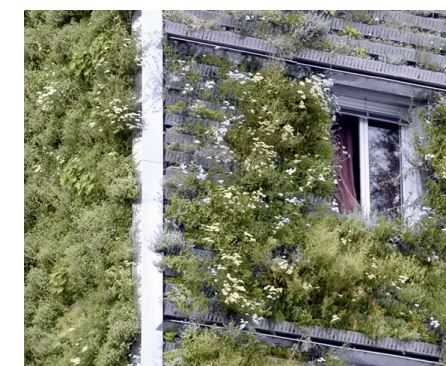


Fig.14 Facciata vegetata, MA48, Vienna



Fig.15 Inverdimento facciata 2021, Rue Turgot 9, IX arr., Parigi



Fig.16 Inverdimento facciata 2025, Rue Turgot 9, IX arr., Parigi

ca, ma come elemento di biodiversità, partecipazione comunitaria e benessere urbano (“Paris Jardine”, 2025).

3.4.2 INIZIATIVE PRIVATE

Il tema della rigenerazione di aree ex industriali attraverso usi ibridi e comunitari è ben rappresentato dal progetto **Holzmarkt 25 a Berlino**. Il complesso nato su un’area dismessa lungo il fiume Sprea ospita attività culturali, commerciali, educative e associative, configurandosi come un luogo di incontro per il quartiere e l’intera città. La presenza diffusa di vegetazione contribuisce a creare un ambiente informale e inclusivo, in cui lo spazio aperto svolge un ruolo centrale nella costruzione di relazioni sociali e nella riappropriazione collettiva di un’area precedentemente marginale (“Il quartiere Holzmarkt – Panoramica e prospettive I Holzmarkt 25”).

Fig.17 Holzmarkt, Berlino



A Rotterdam, con l’iniziativa **Rotterdamse Dakendagen**, si valorizza il potenziale dei tetti piani come spazi pubblici temporanei. Durante i mesi estivi, numerose coperture vengono aperte alla cittadinanza, trasformandosi in piazze sopraelevate ampliando il concetto di spazio pubblico oltre il piano stradale (“Rotterdamse Dakendagen”).

Questi esempi mostrano come la vegetazione integrata al costruito possa assumere forme diverse – diffuse, temporanee, comunitarie o istituzionali – ma risulti particolarmente efficace quando sostenuto da strumenti normativi coerenti e da un coinvolgimento attivo della cittadinanza.



4. PROGETTO DELL'INTERVENTO

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E ANALISI DI CONTESTO

Il progetto si concentra sull'inverdimento edilizio e sugli spazi aperti di pertinenza come dispositivi capaci di integrare funzioni ambientali, spaziali e sociali.

Il caso studio è situato nel Comune di Gambettola, in Emilia Romagna, un contesto caratterizzato da una lunga tradizione legata alla produzione artigianale.

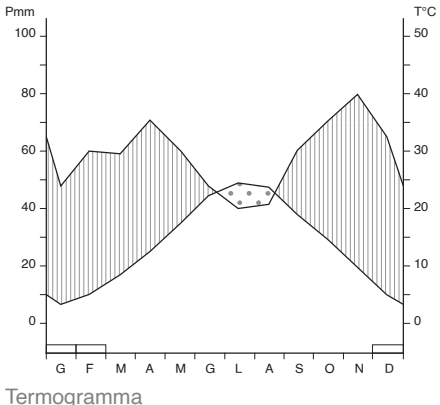


INQUADRAMENTO CLIMATICO

L'analisi climatica del contesto di Gambettola evidenzia condizioni tipiche della pianura romagnola, caratterizzate da estati calde e umide e da inverni relativamente miti, con una temperatura massima media estiva che raggiunge i 29 °C e valori minimi medi prossimi a 0 °C nei mesi invernali, con possibilità di gelate. Le precipitazioni annuali, pari a circa 800 mm, con picchi concentrati principalmente nei mesi primaverili e autunnali.

L'inquadramento climatico costituisce quindi un presupposto fondamentale per le scelte progettuali, orientando l'integrazione di sistemi vegetali in grado di contribuire al raffrescamento passivo attraverso ombreggiamento ed evapotraspirazione, e di dispositivi per la ritenzione, il rallentamento e il riutilizzo delle acque piovane. Anche a scala di singolo isolato, tali strategie permettono di ridurre la pressione sul sistema urbano esistente, dimostrando come il costruito possa assumere un ruolo attivo nella risposta alle criticità climatiche contemporanee.

4.1.1



ANALISI PEDOLOGICA

L'area di progetto ricade all'interno della consociazione pedologica San Giorgio franchi, tipica di ambienti di conoide alluvionale e terrazzo intravallivo. Si tratta di superfici antiche, formatesi in seguito a processi deposizionali fluviali, che nel tempo possono aver subito fenomeni secondari di sovralluvionamento o colluvium, determinando una certa eterogeneità stratigrafica e morfologica.

Dal punto di vista dei caratteri stazionali, il territorio presenta pendenze generalmente contenute, comprese tra lo 0 e il 18,8%, con valori tipici intorno allo 0,78%. Le quote altimetriche si attestano mediamente a circa 27,8 m s.l.m., con una variabilità di ± 11 m, configurando un contesto pianeggiante o debolmente ondulato, coerente con la matrice alluvionale del sito.

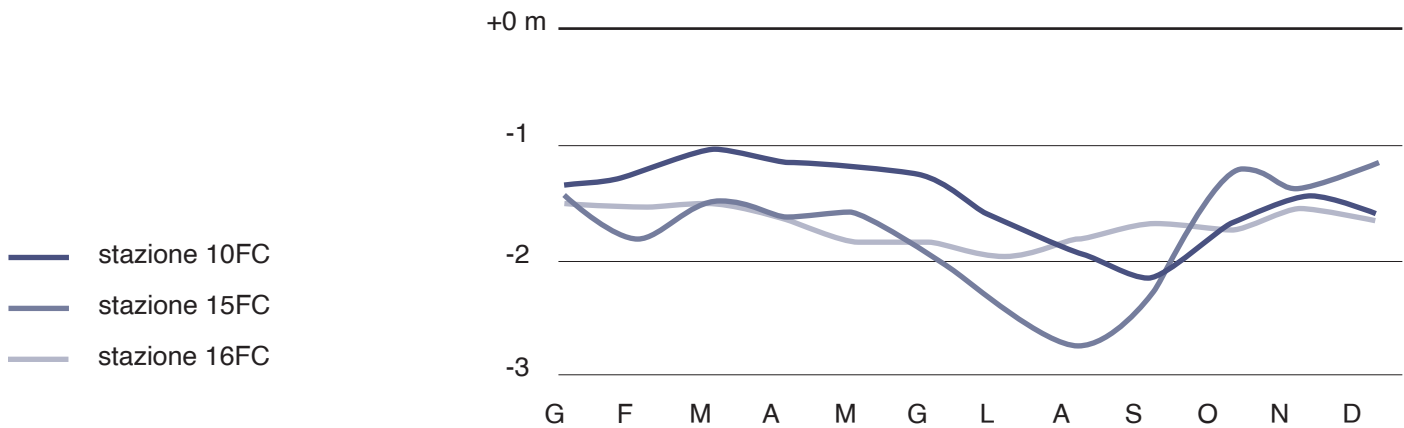
All'interno della consociazione, il suolo San Giorgio franchi risulta prevalente, coprendo circa il 63% dell'area con una distribuzione omogenea. A questo si affianca una quota di San Giorgio franchi argillosi (10%), anch'essa uniformemente distribuita. Nelle aree di intercanale leggermente depresse sono presenti suoli Cataldi franco argilloso limosi (10%) e Cataldi franco limosi (7%), mentre nella porzione nord-occidentale del comparto e in prossimità del reticolo di drenaggio si riscontrano suoli Bellaria (7%) e Lamone (3%).

4.1.2

Analizzando più nel dettaglio il profilo pedologico del suolo **San Giorgio franchi**, si osserva una stratificazione composta da un orizzonte superficiale Ap spesso circa 50 cm, seguito da un orizzonte Bw di circa 40 cm e l'orizzonte Bk senza una fine definita. Il contenuto di scheletro è assente lungo tutto il profilo, confermando la natura fine dei materiali di origine. La tessitura è prevalentemente franco-sabbiosa, con una percentuale di sabbia costante intorno al 40%, mentre il contenuto di argilla decresce in profondità, passando dal 26% nell'orizzonte superficiale al 16% negli strati più profondi. I valori di pH risultano leggermente alcalini, compresi tra 8 e 8,2, caratteristica tipica dei suoli alluvionali della pianura romagnola. La conducibilità idraulica satura (kSat) presenta valori medio-bassi, variabili tra 0,258 e 0,413 cm/h, indicando una capacità di infiltrazione moderata.

4.1.3 ANALISI FALDA

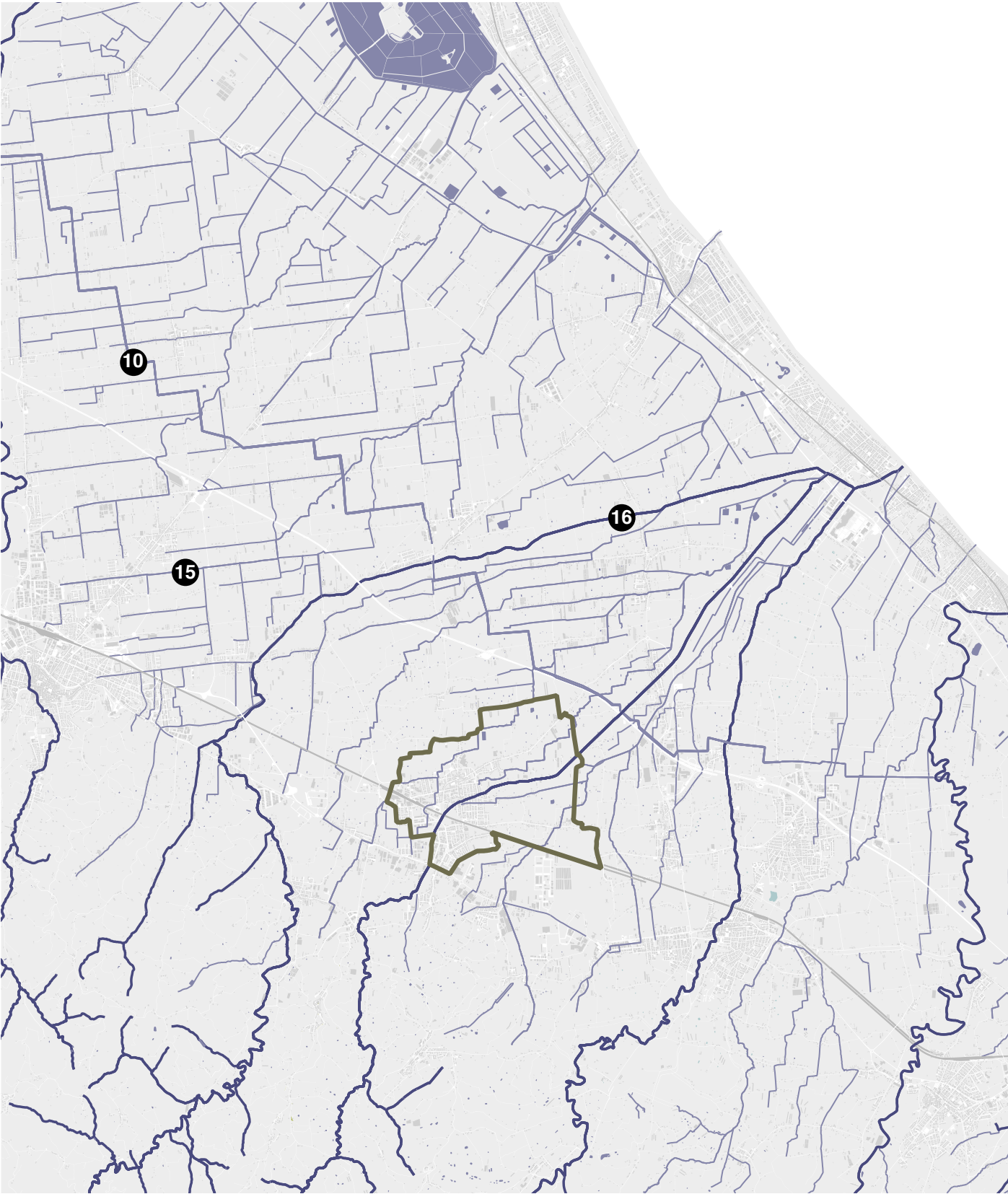
La conoscenza della profondità della falda freatica rappresenta un elemento fondamentale per la definizione delle strategie di gestione delle acque e per la progettazione di sistemi di infiltrazione e fitodepurazione. Nel contesto di Gambettola, la falda si colloca a profondità relativamente contenute e presenta una variabilità stagionale legata all'andamento delle precipitazioni.



fonte: FandaNET-Emilia Romagna

Localizzazione stazioni di misurazione della falda

1:100 000



4.1.4 ANALISI TEMI DI BASE E ALTIMETRIA

L'analisi dei temi di base e dell'andamento altimetrico consente di comprendere la struttura morfologica dell'area di progetto e le relazioni che l'isolato instaura con il contesto urbano circostante. Il sito si colloca in un ambito prevalentemente pianeggiante, tipico della pianura romagnola, con variazioni altimetriche contenute ma significative ai fini della lettura idrologica e funzionale dello spazio aperto.

Il territorio comunale è prevalentemente agricolo, caratterizzato dalla ripetizione ritmata delle canalette di scolo parallele.

Il torrente principale che attraversa Gambettola è la Rigossa, accompagnata dagli scoli Rigoncello e Baldona.

La presenza della ferrovia ha consentito lo sviluppo del piccolo comune, ma divide il territorio in due, con pochi punti di attraversamento. La parte a sud si allunga fino alla Via Emilia.

1:20 000

- Area di progetto
- Viabilità stradale
- Binari ferroviari
- Torrente Rigossa
- Canali di scolo
- Canalette di scolo
- Specchi d'acqua
- Edificato
- Comune Gambettola



Sebbene le differenze di quota siano limitate, queste influiscono in modo rilevante sulla distribuzione dei ristagni, sull'organizzazione degli spazi aperti e sulla localizzazione delle aree maggiormente impermeabilizzate. In particolare, alcune porzioni dell'isolato risultano leggermente depresse rispetto al contesto circostante, configurandosi come punti sensibili in caso di eventi piovosi intensi.

L'analisi altimetrica, integrata con i temi di base relativi a edificato, superfici impermeabili, percorsi e spazi aperti, ha permesso di individuare le aree più idonee alla rimozione dell'asfalto e alla reintroduzione di superfici permeabili. Queste informazioni sono state fondamentali per impostare una strategia progettuale orientata al rallentamento e alla laminazione delle acque piovane, sfruttando la naturale pendenza del terreno senza ricorrere a modellazioni invasive.

Nel progetto, la lettura dell'altimetria diventa quindi uno strumento operativo per la definizione degli spazi collettivi, dei percorsi pedonali e ciclabili e dei dispositivi di gestione idrica, contribuendo a costruire un sistema coerente in cui il suolo e il costruito lavorano insieme per migliorare la resilienza dell'isolato e la qualità complessiva dello spazio urbano.

1:20 000



Area di progetto [---]

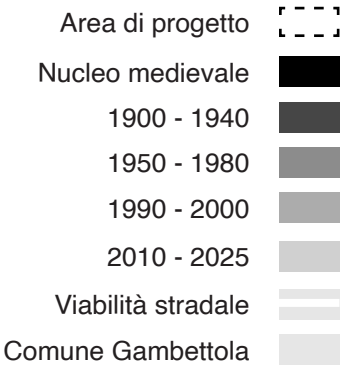
4.1.5 ANALISI SVILUPPO STORICO DEL CO-STRUITO

L'evoluzione dell'insediamento di Gambettola è strettamente connessa alle trasformazioni socio-economiche e infrastrutturali della Romagna settentrionale.

Le prime testimonianze storiche del territorio risalgono al XIII secolo, quando la località era documentata come *Castrum Boschi*, segno di un insediamento sorto lungo importanti vie di comunicazione della pianura padana, in particolare la Via Emilia, che collegava l'entroterra alla costa adriatica e favoriva gli scambi commerciali tra le comunità locali e le città maggiori della regione.

Durante i secoli successivi, Gambettola si sviluppò con attività agricole e artigianali legate alle risorse del territorio, quali i tessuti di canapa, il tabacco e la presenza di terreno argilloso. L'espansione insediativa rimase contenuta fino alla seconda metà del XX secolo, quando i mutamenti demografici e produttivi del dopoguerra incisero profondamente sulla forma urbana. In questo periodo, molte comunità locali si specializzarono in forme di economia alternativa alla pura agricoltura: come attività di recupero, riciclo e commercio di materiali ferro-metallici.

Pur mantenendo un'organizzazione tipica di un territorio sviluppatosi con l'agricoltura, distribuendo l'urbanizzato lungo le vie principali che si diramano dal centro storico. Negli ultimi decenni si sono realizzate numerose aree artigianali destinate a laboratori e attività che sono andate a riempire degli spazi precedentemente naturali e a frammentare le aree residenziali.



fonte: IGM, Google Earth

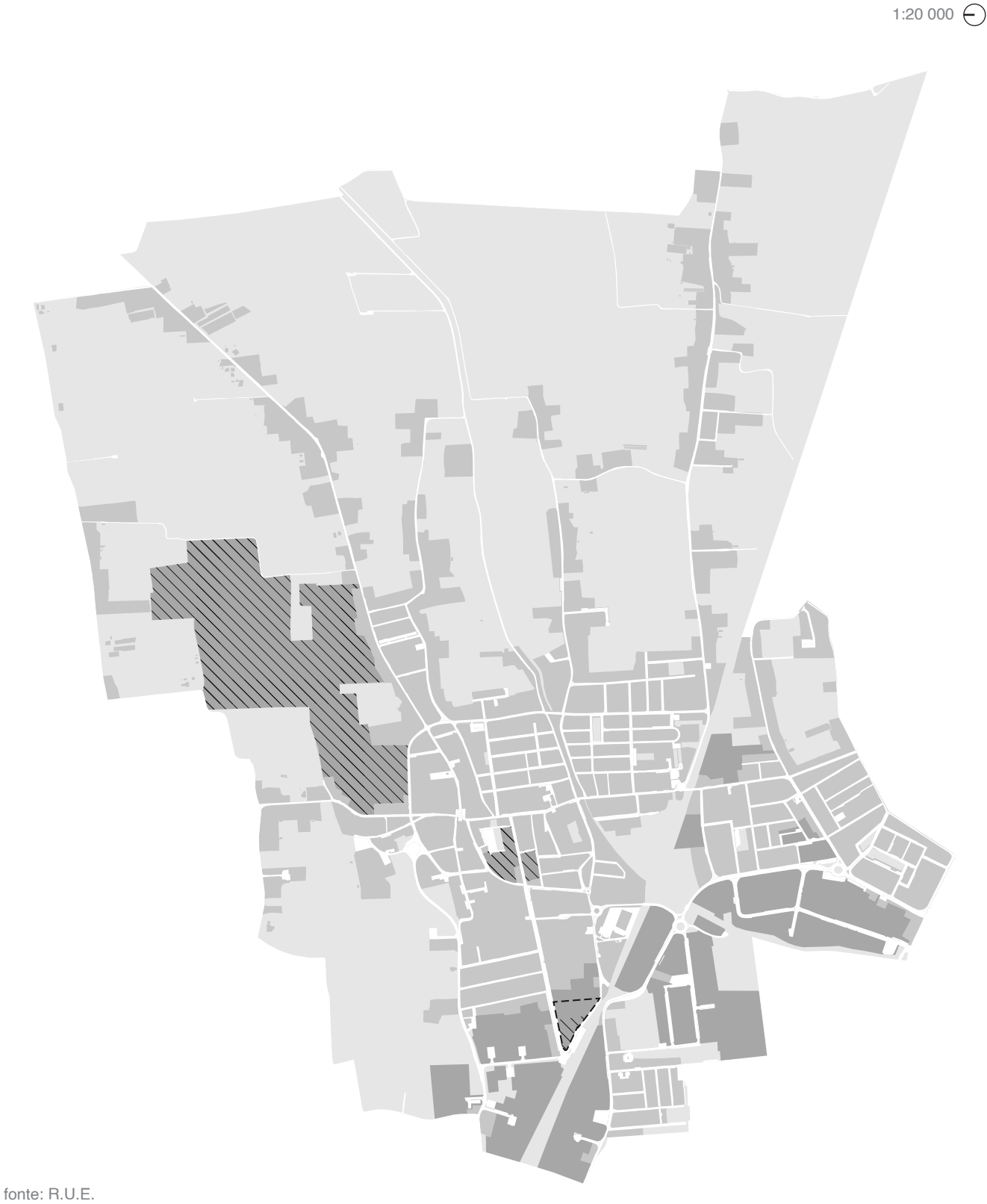
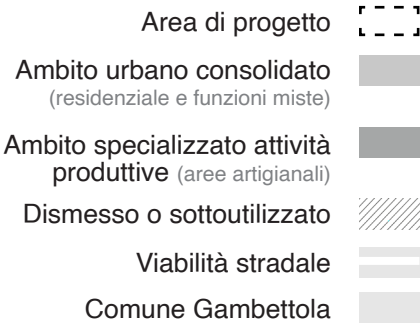
1:20 000

4.1.6 ANALISI FUNZIONI DEL COSTRUITO

L'analisi del costruito è stata condotta a partire dalla suddivisione degli ambiti funzionali riportata nella tavola del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) del Piano Regolatore Generale del Comune di Gambettola, assunta come riferimento ufficiale per l'inquadramento normativo e funzionale del tessuto urbano.

A partire da questa base, l'analisi è stata approfondita attraverso una lettura più puntuale dello stato di utilizzo effettivo degli edifici, con particolare attenzione agli ambiti produttivi. All'interno di questa categoria, sono stati individuati e ulteriormente suddivisi gli edifici e i complessi sottoutilizzati o parzialmente dismessi, distinguendoli da quelli pienamente attivi. Tale operazione ha consentito di mettere in luce che i tre principali ambiti produttivi storici sono attualmente causa di frammentazione.

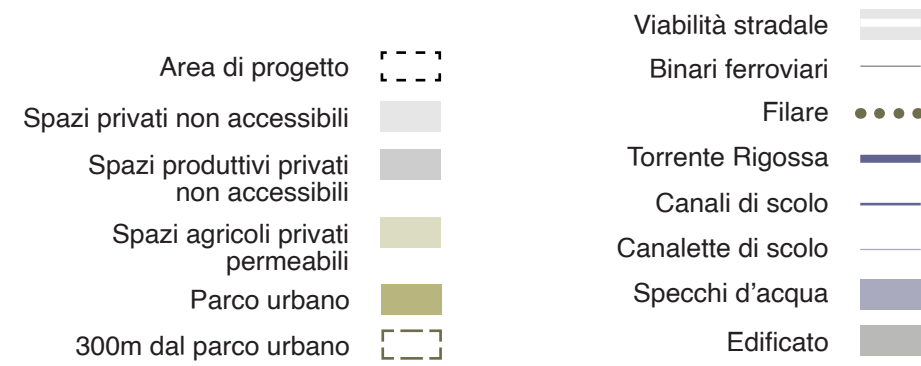
Questa lettura critica del costruito non si limita a una valutazione quantitativa delle superfici, ma mira a evidenziare il potenziale di trasformazione degli ambiti produttivi esistenti, interpretandoli come risorse strategiche per interventi di riattivazione e apertura alla città. In particolare, la presenza di edifici con ampie superfici impermeabilizzate e spazi aperti di servizio ha orientato le successive scelte progettuali verso soluzioni capaci di migliorare la qualità ambientale e la fruibilità collettiva, senza alterare la struttura edilizia esistente.



4.1.7 ANALISI DISPONIBILITÀ DI VERDE PUBBLICO

L'analisi della disponibilità di spazi a verde pubblico attraverso la regola dei 300 m evidenzia la raggiungibilità degli spazi aperti con funzione ricreativa da parte dei cittadini. Come si può notare dalla mappa realizzata il comune ha una buona distribuzione di parchi pubblici nella parte centrale con maggioranza di funzione residenziale. Quando ci si allontana dal centro urbano iniziano a scarseggiare. Questa condizione determina una fruizione frammentata e non continua dello spazio aperto, con una carenza di luoghi di prossimità in grado di supportare la vita quotidiana e le relazioni di quartiere.

In questo quadro, l'isolato di progetto si inserisce come un potenziale dispositivo di miglioramento, capace di integrare spazi vegetati accessibili alla collettività dove si rileva carenza. Il limite a questo punto diventa dove posizionare degli spazi che possono essere dedicati a verde pubblico dove il tessuto urbano è già tutto porzionato e costruito. La necessità di esplorare modelli alternativi di integrazione tra spazio privato e uso collettivo, in cui l'apertura progettata di ambiti esistenti e l'introduzione di superfici permeabili e vegetate possano contribuire al miglioramento della qualità ambientale e sociale del quartiere.



1:20 000



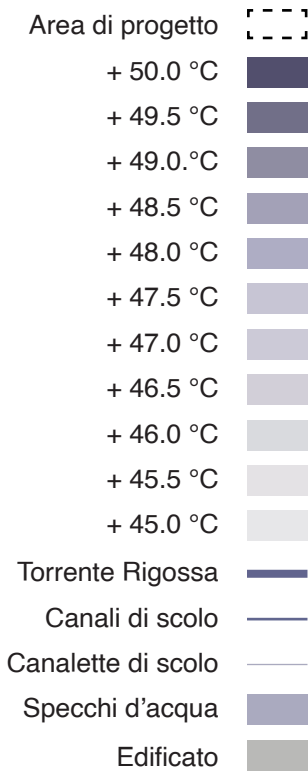
4.1.8 ANALISI TEMPERATURA SUPERFICIALE

L'analisi della Land Surface Temperature (LST) consente di valutare la distribuzione spaziale delle temperature superficiali e di individuare le aree maggiormente soggette a fenomeni di surriscaldamento urbano.

Nel contesto di Gambettola, i valori di LST risultano fortemente correlati alla presenza di superfici impermeabili e artificiali, quali coperture edilizie, piazzali asfaltati e infrastrutture viarie.

Di conseguenza corrispondenti alla porzione di territorio costruita, ma si può notare un ulteriore aumento e concentrazione delle temperature maggiori registrate in corrispondenza delle aree produttive.

L'isolato di progetto si colloca all'interno di una porzione urbana caratterizzata da temperature superficiali mediamente più elevate rispetto alle aree circostanti.

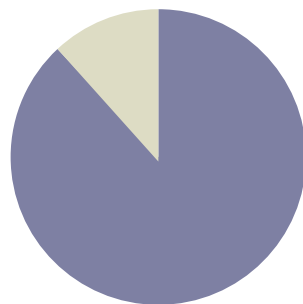


4.2 ANALISI ISOLATO DI PROGETTO

L'isolato di progetto è localizzato nella porzione occidentale del territorio comunale di Gambettola e si inserisce in un contesto urbanizzato prevalentemente produttivo e artigianale. Dal punto di vista idrografico, l'area non presenta elementi al reticolo delle acque superficiali, condizione che contribuisce a una gestione prevalentemente artificiale delle acque meteoriche, affidata quasi esclusivamente alla rete di drenaggio urbano.

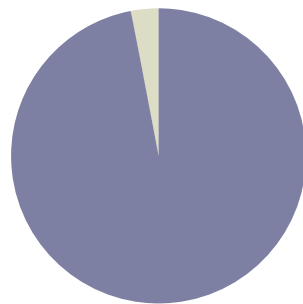
La superficie dell'isolato totale è di 14 227 m².
La superficie edificata ammonta a 6 204 m², ma la superficie delle coperture aumenta fino a 7 388 m².
La superficie esterna presenta prevalentemente impermeabilizzazione per facilitare il passaggio dei veicoli, infatti le superfici vegetate sono 1 525 m², il 19%.

Superficie totale



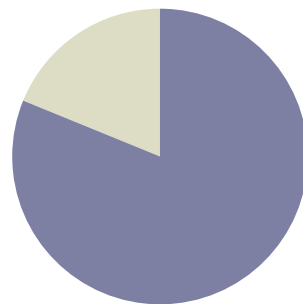
Impermeabile
Vegetata

Superficie edificata



Impermeabile
Vegetata

Superficie non edificata



Impermeabile
Vegetata



4.2.1 ANALISI ACCESSIBILITÀ

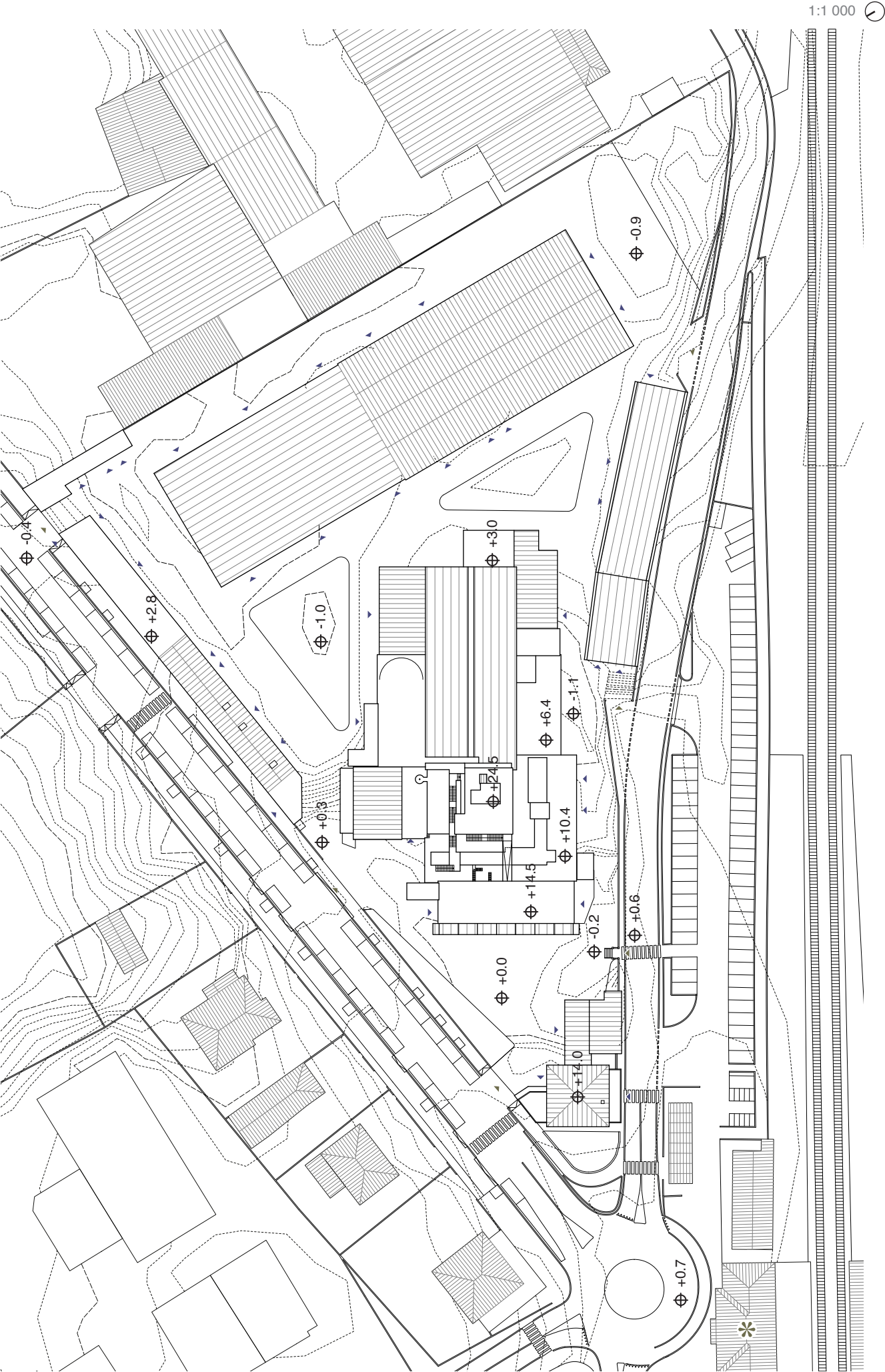
L'accessibilità dell'isolato di progetto è fortemente influenzata dalla sua conformazione altimetrica e dalla posizione strategica all'interno del tessuto urbano. La quota di riferimento dell'area si attesta intorno ai 30 m s.l.m.; tuttavia, alcune porzioni dell'isolato presentano pendenze significative, con inclinazioni che raggiungono valori prossimi al 10%.

Un elemento di particolare rilevanza è la vicinanza con la stazione ferroviaria, che conferisce al sito un'elevata accessibilità a scala urbana e sovralocale. Tale prossimità rafforza il potenziale dell'isolato come nodo di connessione tra mobilità pubblica e spazi di prossimità.

Una delle principali criticità emerse in fase di analisi riguarda l'elevato numero di accessi agli edifici, frutto di una stratificazione funzionale e produttiva avvenuta nel tempo. Questa molteplicità di ingressi, se da un lato risponde alle esigenze operative delle attività artigianali, dall'altro rischia di frammentare lo spazio aperto e di ostacolare la costruzione di una chiara gerarchia dei percorsi. Il progetto è quindi chiamato a ricomporre tale complessità, mantenendo l'accessibilità funzionale agli edifici e al contempo migliorando la leggibilità e la continuità degli spazi comuni.

Un ulteriore elemento di interesse è rappresentato dall'edificio centrale dell'isolato, caratterizzato dalla presenza di numerose coperture piane utilizzabili come terrazze praticabili. In particolare, la terrazza posta alla quota di +24,5 m costituisce il punto più alto fruibile del comune di Gambettola, offrendo una vista panoramica che si estende dal sistema appenninico fino alla costa adriatica. Questa condizione conferisce all'isolato un valore spaziale e simbolico rilevante, aprendo a potenziali usi collettivi e rafforzando il ruolo dell'accessibilità verticale come parte integrante del progetto.

- Quota di riferimento + 30 m.s.l.m
- Accesso all'isolato ►
 - Accesso all'edificio ►
 - Stazione ferroviaria *



4.2.2 ANALISI PUNTO PANORAMICO

Il punto panoramico situato sulla copertura dell’edificio centrale dell’isolato, alla quota di circa +24,5 m, non rappresenta solamente un affaccio urbano, ma offre una vista straordinariamente ampia sul paesaggio della Romagna. In condizioni di buona visibilità, lo sguardo si estende dalla pianura adriatica fino all’appennino che divide il territorio con la regione delle Marche e la Toscana, attraversando un territorio denso di testimonianze storiche, artistiche e architettoniche.

Questo paesaggio è profondamente segnato dalla storia della signoria dei Malatesta, che tra XIII e XV secolo dominò buona parte della Romagna, lasciando un ricco patrimonio di borghi fortificati, rocche e chiese disseminati tra le colline e le valli del territorio. Tra i più significativi si possono riconoscere, per esempio, la Rocca Malatestiana di Verucchio, sulla valle del Marecchia; la Rocca di Santarcangelo di Romagna, con le sue strutture medievali fortificate; o ancora i borghi e castelli di Sorrivoli e Longiano, testimoni della rete difensiva e insediativa malatestiana che connetteva antichi percorsi tra colline e pianura.

Questa prospettiva panoramica non è un mero elemento scenografico, ma costituisce un legame visivo con una stratificazione storica di luoghi e insediamenti che hanno modellato la geografia culturale del territorio. Dal punto di vista progettuale, la visione approfondita sul paesaggio contribuisce ad ancorare l’intervento nel suo contesto storico-territoriale, offrendo una chiave di lettura più ampia della posizione dell’isolato e del suo ruolo potenziale come nodo di relazione tra passato, presente e futuro urbano.

1. Torre acquedotto Ravenna

2. Ruota panoramica Mirabilandia

3. Grattacielo Milano Marittima

4. Grattacielo Cesenatico

5. Chiesa Gattolino

6. Chiesa Bulgarnò

7. Torre orologio Comune Gambettola

8. Chiesa Sant’Angelo

9. Chiesa Gambettola

10. Chiesa Gatteo

11. Chiesa Savignano sul Rubicone

12. Grattacielo Rimini
15. Monte Grimano

14. San Marino - Monte Titano

16. Santuario della Madonna di Saiano

17. Chiesa Montilgallo

18. Santuario SS. Crocifisso - Longiano

19. Castello Longiano

20. Roncofreddo

21. Monte Montone

22. Monte Palazzolo

23. Monte Carpegna

24. Monte Pincio

25. Monte Acquilone
26. Chiesa Montiano

27. Montenovio

28. Monteleone

29. Castello Sorrivoli

30. Chiesa Carpineta

31. Chiesa San Biagio - Bulgaria

32. Abbazia Santa Maria del Monte - Colle Spaziano

33. Cattedrale San Giovanni Battista - Cesena

34. Monte Maggio

35. Bertinoro - Monte Cesubeo





RAVENNA

L'acquedotto di via Teodora a Ravenna è una testimonianza dell'antico sistema di approvvigionamento idrico di età romana, legato allo sviluppo urbano della città tra I e II secolo d.C. I resti visibili, costituiti da arcate in laterizio, documentano l'importanza delle infrastrutture idrauliche per una città che rivestiva un ruolo strategico nell'Impero. Inserito nel tessuto urbano contemporaneo, l'acquedotto conserva un forte valore storico e archeologico, raccontando la continuità insediativa di Ravenna nel tempo.



GRATTACIELO MILANO MARITTIMA

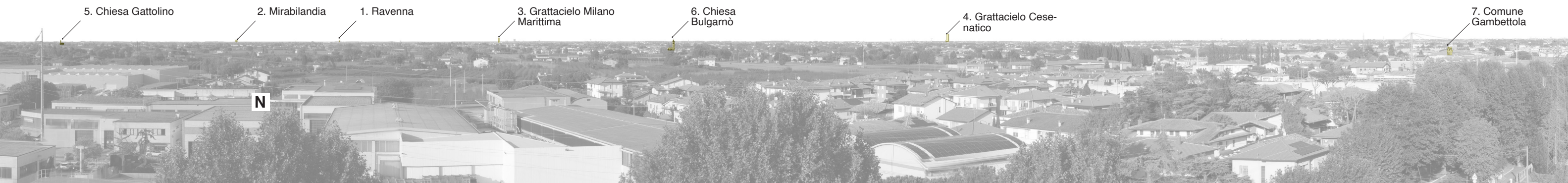
Il grattacielo di Milano Marittima, con i suoi circa 70 metri di altezza, si impone come uno dei principali punti di riferimento visivi lungo la costa. La sua sagoma slanciata domina il paesaggio circostante e diventa un landmark immediatamente riconoscibile, visibile anche da lontano lungo gli assi panoramici della città e della spiaggia. Osservato dalle aree limitrofe, offre un chiaro riferimento per orientarsi e scandire il ritmo urbano rispetto al tessuto residenziale più basso circostante.



GRATTACIELO CESENATICO

Il grattacielo di Cesenatico, con i suoi circa 60 metri di altezza, si distingue come elemento verticale dominante nel panorama cittadino. La sua presenza slanciata lo rende un chiaro punto di riferimento visivo lungo il lungomare e nel contesto urbano circostante, fungendo da landmark immediatamente riconoscibile sia dagli spazi pubblici sia dai punti panoramici della città. Osservato dalle aree limitrofe, scandisce l'orizzonte e orienta lo sguardo tra il tessuto residenziale più basso.

Collage fotografico vista panoramica





GRATTACIELO RIMINI

Il grattacielo di Rimini, alto circa 90 metri, si impone come elemento dominante nel panorama urbano e costiero. La sua sagoma slanciata funge da punto di riferimento immediatamente riconoscibile lungo il lungomare e nelle prospettive panoramiche della città, distinguendosi dal tessuto edilizio più basso circostante. Osservato dalle zone limitrofe, il grattacielo scandisce l'orizzonte e orienta lo sguardo, diventando un vero e proprio landmark visivo per Rimini.



LONGIANO

Il borgo, con il suo Castello, le cui origini risalgono al XII secolo, domina il paesaggio dalla sommità del colle omonimo. Nel corso dei secoli ha svolto funzioni difensive e residenziali, trasformandosi in simbolo della storia e del potere locale. La sua struttura massiccia, con torri e mura merlate, si staglia nel paesaggio collinare circostante, offrendo una testimonianza tangibile dell'evoluzione storica e architettonica del territorio.



SAN MARINO - MONTE TITANO

Il Monte Titano ospita la Repubblica di San Marino e le sue tre storiche torri: Guaita, Cesta e Montale. La sua posizione elevata ha reso il monte un naturale sito difensivo sin dal Medioevo, permettendo di controllare le valli circostanti e garantire l'indipendenza del territorio. La struttura del monte, con le torri che si stagliano sulla cima rocciosa, testimonia secoli di storia e architettura militare, diventando un simbolo riconoscibile del patrimonio culturale e paesaggistico.



EREMO DELLA MADONNA DI SAIANO

L'Eremo della Madonna di Saiano, situato su un colle panoramico, ha origini che risalgono al XV secolo. Tradizionalmente legato alla devozione mariana, l'edificio ha conservato nel tempo la sua funzione religiosa e contemplativa, offrendo un luogo di raccoglimento immerso nel paesaggio collinare. La sua posizione elevata permette una vista ampia sulla valle sottostante, sottolineando il ruolo dell'eremo come punto di osservazione e riferimento storico nel territorio circostante.

Collage fotografico vista panoramica





MONTE AQUILONE

Il Monte Aquilone, situato nell'entroterra, si distingue per la sua forma immediatamente riconoscibile che lo rende visibile e identificabile nel paesaggio circostante. La sua sagoma caratteristica emerge dalle colline limitrofe, offrendo un punto di riferimento naturale che ha guidato storicamente l'orientamento e l'osservazione del territorio.



BERTINORO

La Rocca di Bertinoro, situata sulla sommità del colle che domina il paese, ha origini medievali e rappresenta uno degli esempi più significativi di architettura difensiva della Romagna. Nel corso dei secoli ha svolto funzioni strategiche e simboliche, controllando le vie di comunicazione tra le vallate circostanti. La sua struttura massiccia e le torri ben conservate si stagliano nel paesaggio collinare, testimoniando la storia e l'importanza militare e politica di Bertinoro.



SORRIVOLI

Il Castello di Sorrivoli, arroccato sulla sommità del colle omonimo, risale al periodo medievale e conserva ancora oggi parte delle sue mura e torri originarie. La posizione elevata ne faceva un punto difensivo strategico, controllando le vie di comunicazione tra le vallate circostanti. La sua sagoma si staglia nel paesaggio collinare, testimonianza della storia militare e del tessuto insediativo medievale della zona.



ABBAZIA DEL MONTE

L'Abbazia del Monte, fondata nel XI secolo, sorge su un'altura che domina la città e le valli circostanti. Storicamente centro religioso e culturale, l'abbazia ha conservato nel tempo la sua funzione monastica e il carattere architettonico romanico, con ampliamenti successivi che ne arricchiscono la struttura. La sua posizione elevata ne sottolinea il ruolo di riferimento visivo e simbolico, testimonianza della spiritualità e della storia ecclesiastica del territorio cesenate.

Collage fotografico vista panoramica



4.2.3 ANALISI FASI COSTRUTTIVE

I primi edifici dell'isolato risalgono ai primi anni del 1900 e comprendevano una casa convertita in laboratorio, dotata di un forno verticale per la cottura della calce idraulica. La posizione strategica vicino alla stazione ferroviaria ne determinò la collocazione.

Nel 1940 fu realizzato il primo ampliamento: l'edificio separato a ovest dell'isolato utilizzato come abitazione della famiglia dei proprietari, inizialmente a due piani, vennero sopraelevati per ospitare uffici al piano terra.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, nel 1948, a seguito della distruzione della vecchia casa, le fondazioni esistenti vennero riutilizzate per costruire l'edificio centrale. Su queste fondazioni furono realizzati i primi silos coperti per lo stoccaggio della calce.

Nel 1955, sulle ultime fondazioni rimaste della vecchia casa, furono creati ambienti più ampi per ospitare un molino orizzontale destinato alla frantumazione del clinker e fu aggiunto un secondo forno verticale per la produzione di cemento Portland. In questo periodo furono anche costruiti silos coperti in cemento armato per incrementare la capacità di stoccaggio.

Nel 1957 l'azienda divenne ufficialmente la S.I.C.L.I. (Società Italiana Cementisti e Leganti Idraulici) e iniziò a produrre cemento destinato alla zona circostante, supportando il boom edilizio degli anni '70 e '80.

Infine, nel 1987, a seguito di un accordo fra aziende private del settore l'azienda cessò le proprie attività e l'isolato rimase inutilizzato.

Le informazioni relative alla storia e alle trasformazioni dell'isolato sono state raccolte attraverso un'intervista diretta all'architetto Paolo Agostini, figlio del proprietario dello stabilimento nel periodo compreso tra il 1946 e il 1962.

Nucleo di inizio 1900	
1940	
1948	
1955	
1959	
Anteriori al 1987	

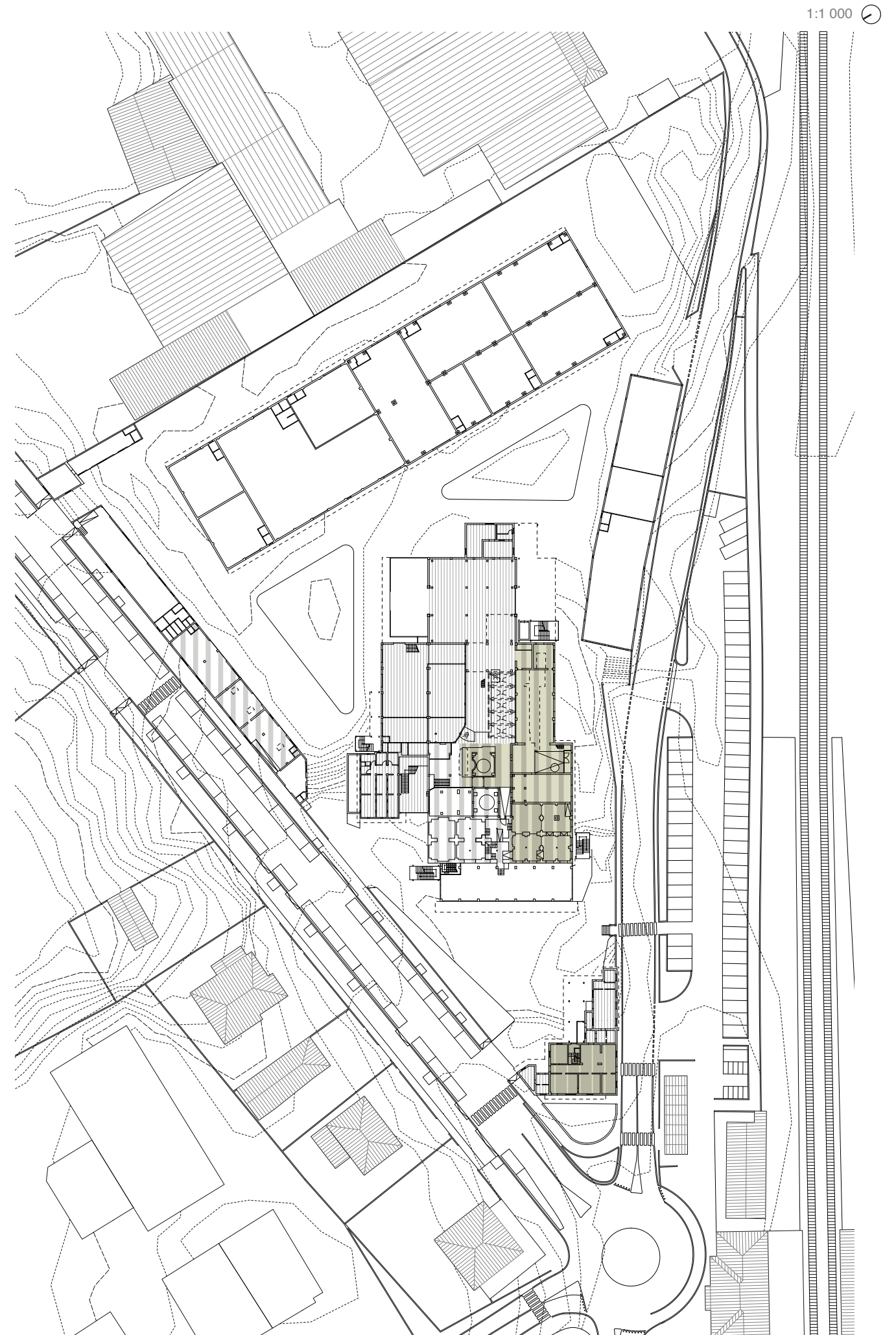




Fig.18 - 1928 - foto lato sud ovest - storica residenza e forno della calce

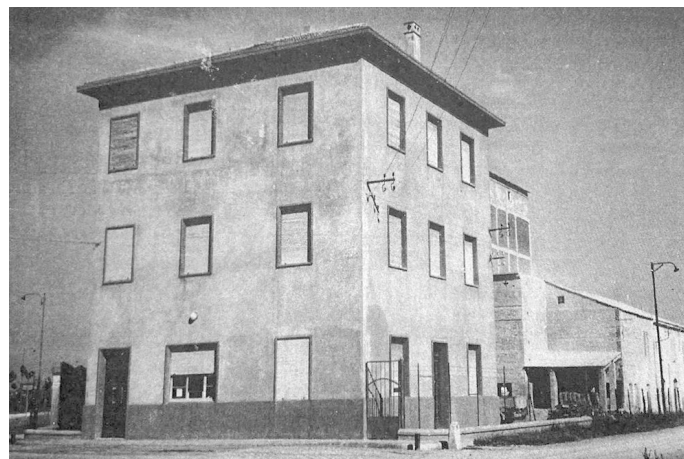


Fig.20 - 1948 - foto lato sud ovest, nuova palazzina residenziale e amministrativa



Fig.22 - 1955 - foto lato sud, completamento dello spazio per ospitare il molino rotante orizzontale Breda



Fig.24 - 1956 - foto lato sud ovest, completa sostituzione della storica casa originale con strutture in cemento armato



Fig.19 - 1944 - foto lato ovest, dopo un bombardamento, il forno della calce in continua funzione



Fig.21 - 1948 - foto lato sud ovest, visione d'insieme del complesso ricostruito, con aggiunte sulle vecchie fondazioni

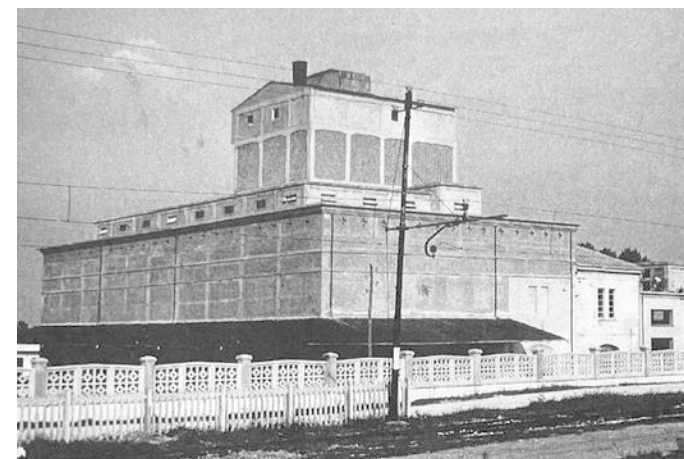


Fig.23 - 1955 - foto lato sud ovest, completamento sili per la conservazione della calce e cemento

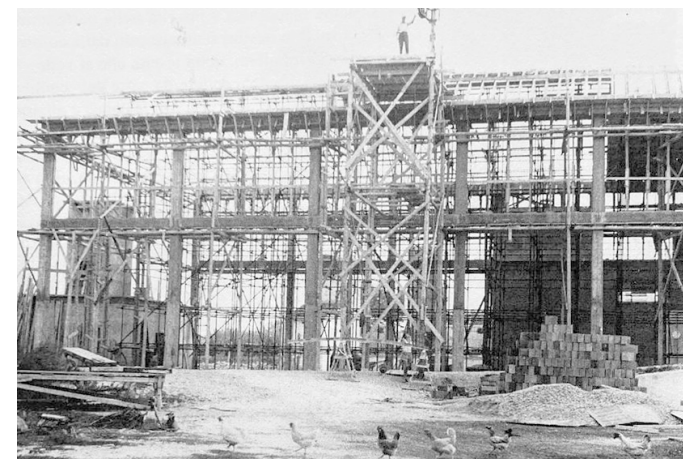


Fig.25 - 1959 - foto lato nord, ampliamento ambienti per la lavorazione del cemento Portland

4.2.4 ANALISI FUNZIONI ATTUALI

Con la chiusura del cementificio nel 1987 si è conclusa la sua originaria vocazione industriale; successivamente, a partire dagli anni '90, gli spazi dell'ex complesso sono stati in parte affittati o venduti a piccole attività artigianali, determinando una frammentazione e diversificazione degli usi.

Nel 2012 il fallimento dell'attività proprietaria dell'edificio centrale ha portato all'abbandono di questa porzione, che risulta tuttora inutilizzata.

Schema edificio centrale

Tipologie funzioni:

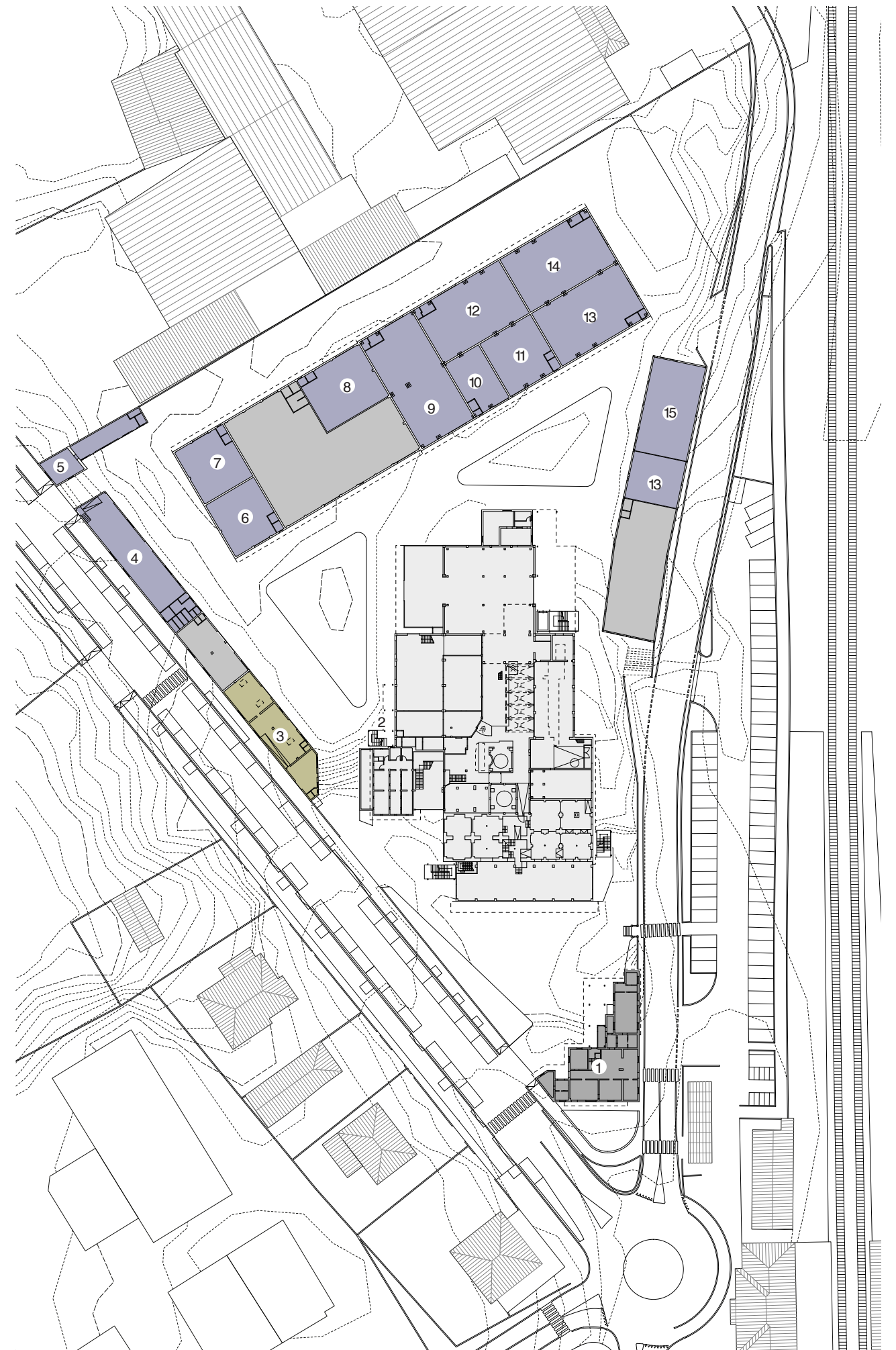
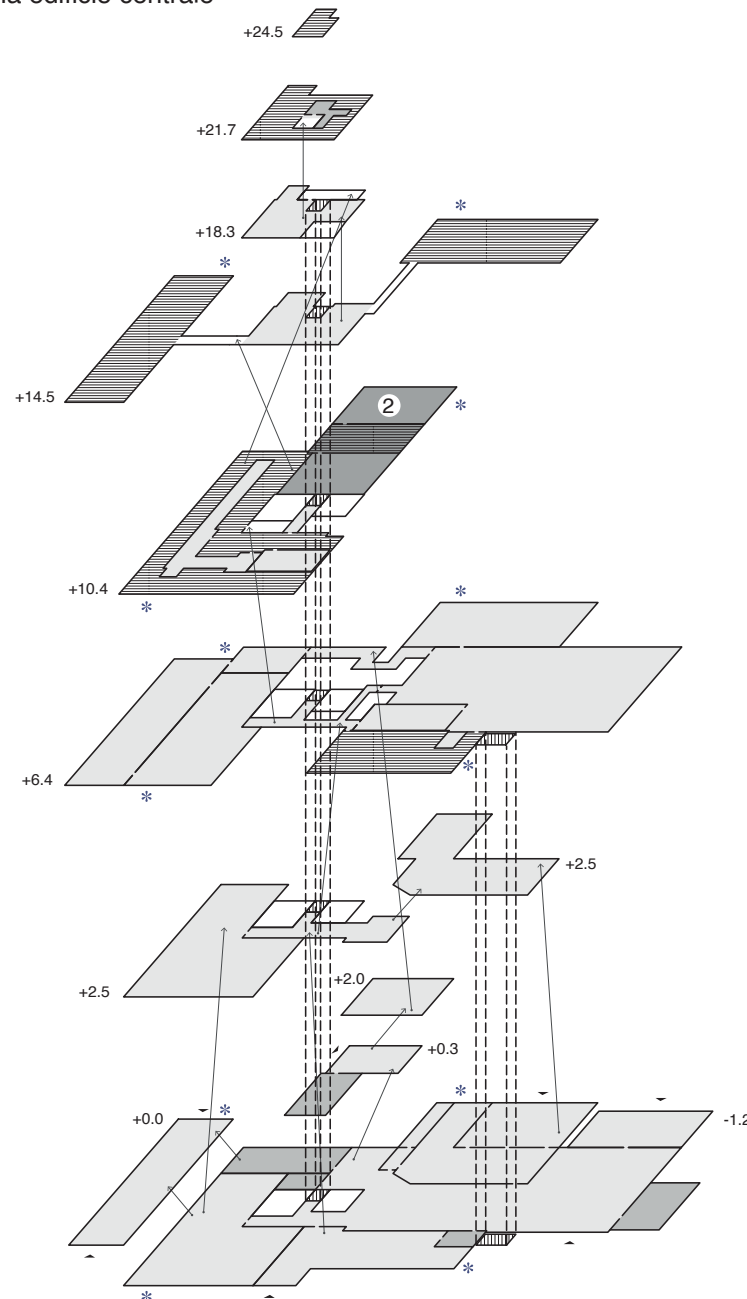
-  Terrazze fruibili
-  Artigianato culturale
-  Artigianato produttivo
-  Residenziale
-  Deposito
-  Inutilizzato

Funzioni:

1. Convitto ass. Cesena Calcio
2. Abitazione custode
3. Piadineria al dettaglio
4. Piadineria all'ingrosso
5. Impiantista elettrico
6. Tecnico elettronico
7. Disinfestatore
8. Calderaio
9. Studio design
10. Elettricista
11. Falegname
12. Rottamaio
13. Serramentista
14. Lattoniere
15. Fabbro

Elementi di risalita:

-  Ascensore
-  Scale interne
-  Scale esterne



4.2.5 ANALISI IRRAGGIAMENTO DIRETTO

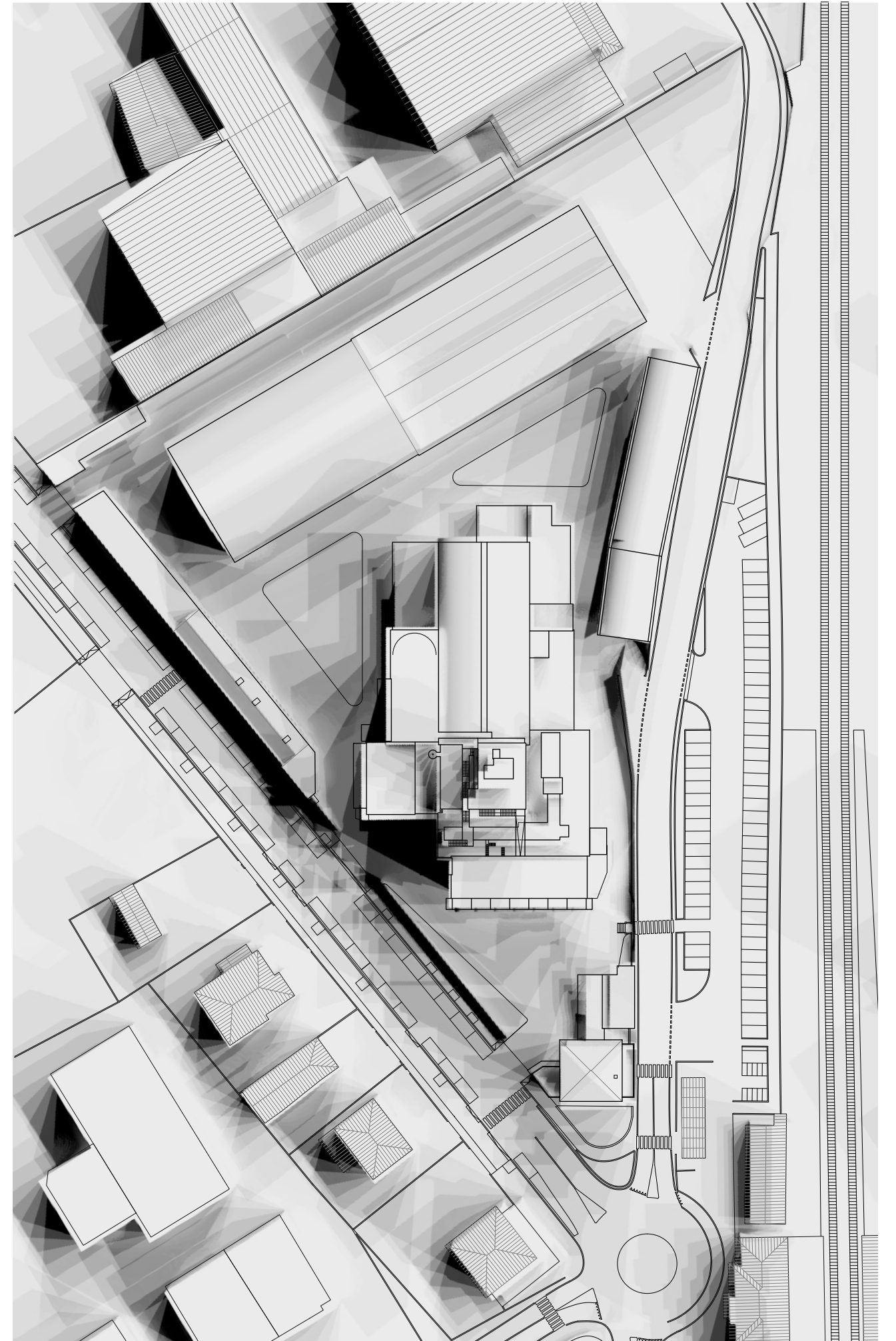
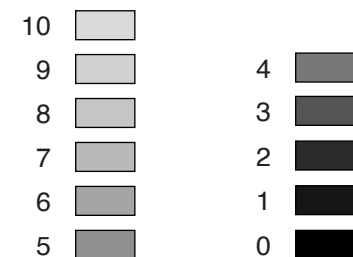
02.02

L'analisi delle ore di luce diretta è stata condotta con riferimento alla giornata del 2 febbraio, assunta come data indicativa dell'inizio dell'attività vegetativa, quando molte specie iniziano l'emissione delle prime gemme.

Questa scelta consente di valutare le condizioni di irraggiamento in una fase sensibile per lo sviluppo delle piante, in cui la disponibilità di luce influisce in modo significativo sui processi fisiologici. L'analisi permette quindi di comprendere come l'assetto spaziale e le ombreggiature incidano sull'avvio del ciclo vegetativo.

In questa giornata sono disponibili dieci ore di luce, dalle 7:28 alle 17:28.

7:28 alba
12:20 mezzogiorno
17:28 tramonto



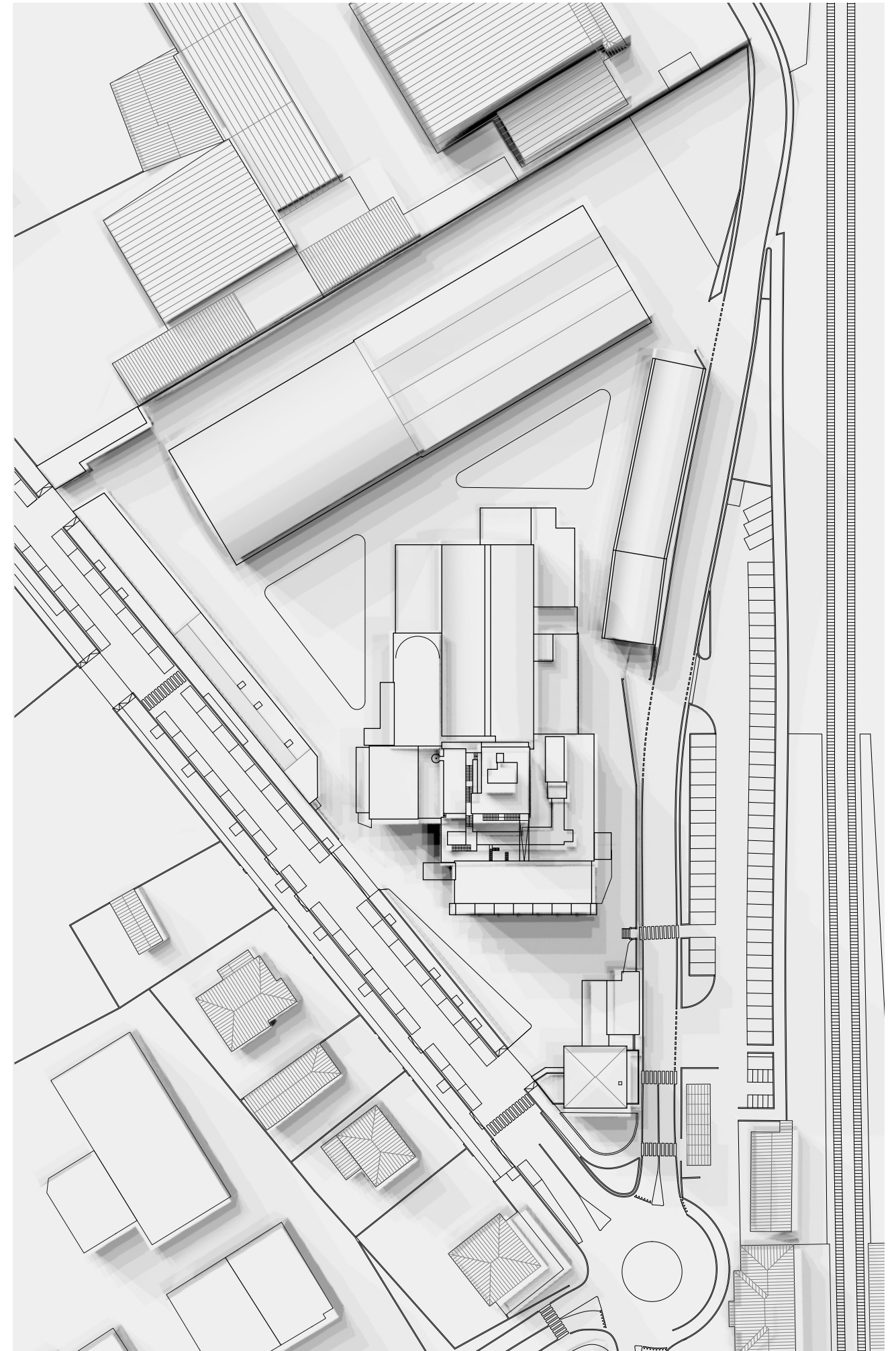
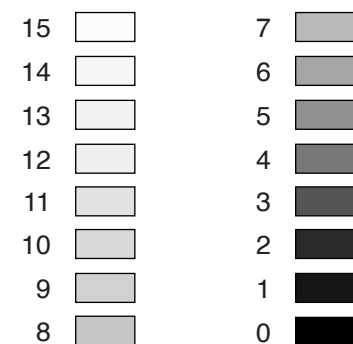
21.06

L'analisi delle ore di luce diretta è stata condotta con riferimento alla giornata del 21 giugno, in quanto solstizio d'estate e momento di massima durata dell'irraggiamento solare.

Questa data consente di valutare le condizioni di esposizione luminosa nel periodo di massima attività vegetativa, quando l'intensità e la durata della luce influenzano crescita, stress e fabbisogni idrici delle piante. L'analisi permette di comprendere gli effetti dell'ombreggiamento e dell'assetto spaziale sugli equilibri microclimatici e sul comfort estivo.

In questa giornata sono disponibili quindici ore e mezza di luce, dalle 5:28 alle 20:28.

5:28 alba
13:20 mezzogiorno
20:58 tramonto



4.2.6 ANALISI VEGETAZIONE PRESENTE

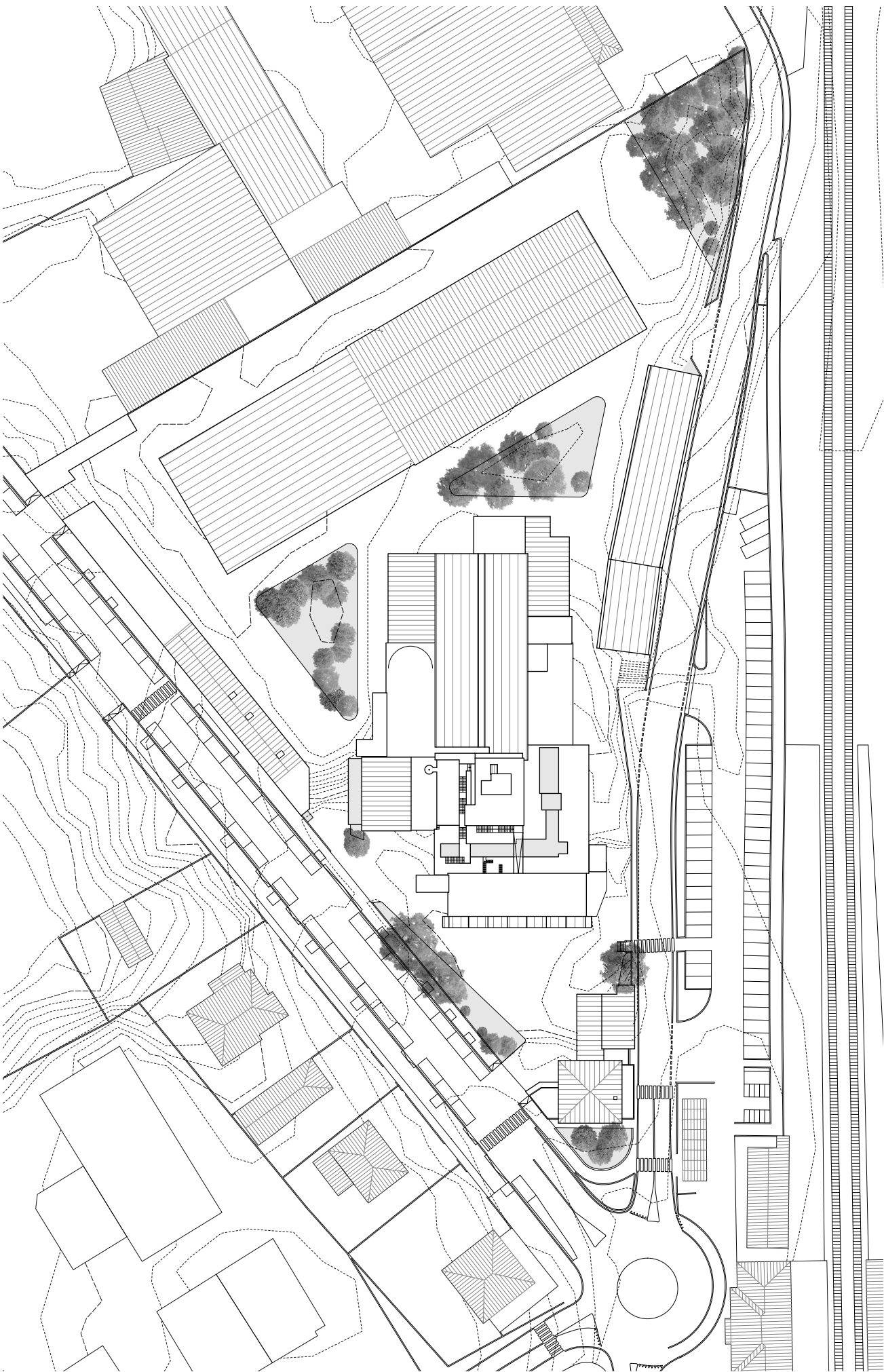
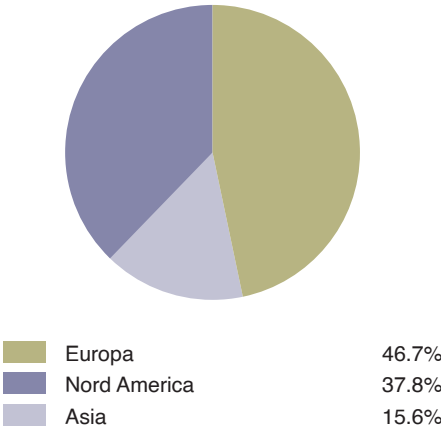
La vegetazione presente nello stato di fatto risulta in larga parte costituita da specie aliene, spesso non adatte alle condizioni ecologiche del sito, caratterizzate da terreni argillosi e da una falda superficiale. Queste condizioni, non pienamente soddisfatte, limitano la vitalità e la stabilità degli impianti vegetali.

Sono presenti tetti verdi realizzati nel 2000 e originariamente seminati con *Sedum hispanicum* L.; nel tempo, il mix vegetale si è evoluto spontaneamente attraverso processi di disseminazione anemocora, con l'insediamento di specie erbacee quali *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv., *Portulaca oleracea* L., *Trifolium arvense* L. e *Carex dioica* L.

Completano il quadro alcune pareti vegetate, colonizzate principalmente da edera, glicine e *Parthenocissus tricuspidata*.

Superfici vegetate	
Specie arboree presenti: n°	
<i>Acer negundo</i> L.	11
<i>Cedrus atlantica</i> Manetti	2
<i>Cedrus deodara</i> G.Don	2
<i>Cercis canadensis</i> L.	1
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	4
<i>Fraxinus ornus</i> L.	8
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	3
<i>Platanus orientalis</i> L.	7
<i>Populus nigra</i> L.	1
<i>Prunus americana</i> L.	2
<i>Punica granatum</i> L.	1
<i>Thuja occidentalis</i> L.	1
<i>Tilia cordata</i> L.	2
totale	45

Origine specie presenti:



4.2.7 ANALISI PERCETTIVA DELLO SPAZIO APERTO DA PARTE DEGLI ABITANTI DELL'ISOLATO

L'analisi percettiva dello spazio aperto è stata condotta attraverso un approccio di tipo bottom-up, basato su interviste dirette agli artigiani che vivono quotidianamente l'isolato.

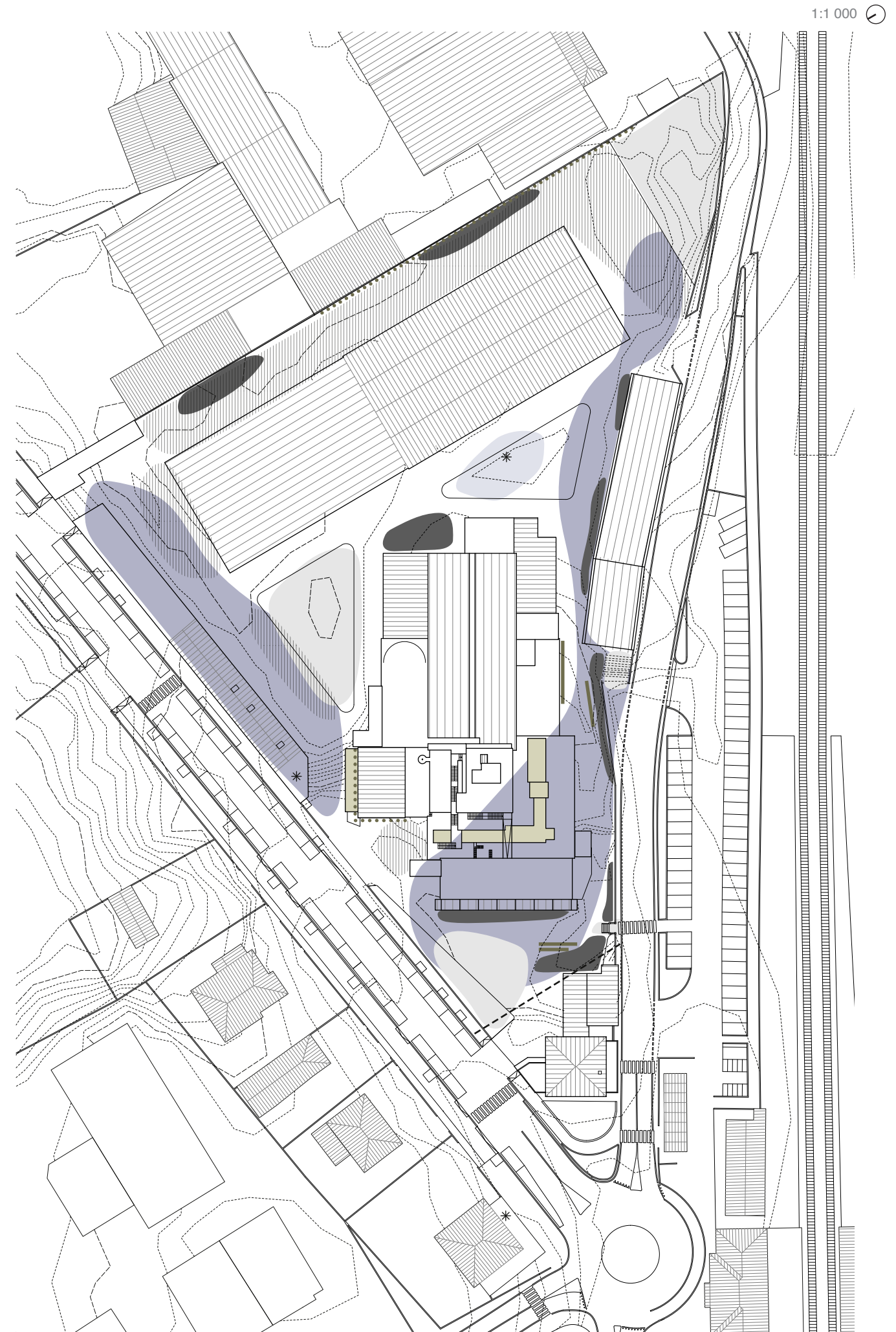
Questo metodo ha permesso di raccogliere percezioni, criticità e potenzialità emerse dall'esperienza d'uso quotidiana degli spazi, restituendo un quadro qualitativo legato alle pratiche reali e ai bisogni degli utenti.

Le interviste hanno contribuito a integrare l'analisi spaziale con una lettura sociale e vissuta del luogo.



Fig.26 Intervista bottom-up

- Aree percepite come più calde
- Aree percepite come più fresche
- Spazi di permanenza informale
- Orti in cassone ad uso privato
- Pareti verdi esistenti
- Tetti verdi esistenti
- Aree di deposito esterno
- Spazi aperti sottoutilizzati
- Area a sosta veicolare
- Contrasto tra usi residenziali e produttivi



4.2.8 ANALISI FUNZIONI FUTURE

Le funzioni future dell'isolato sono orientate a un processo di riattivazione e rifunzionalizzazione degli spazi mantenendo le attività artigianali presenti.

È attualmente in corso un progetto volto al recupero dell'edificio centrale, con l'obiettivo di ospitare attività sociali e culturali, restituendo un ruolo pubblico e collettivo a una porzione oggi inutilizzata e rafforzando le relazioni tra gli spazi aperti e le funzioni insediate.

Tipologie funzioni:

- Terrazze fruibili
- Artigianato culturale
- Artigianato produttivo
- Residenziale
- Deposito
- Inutilizzato

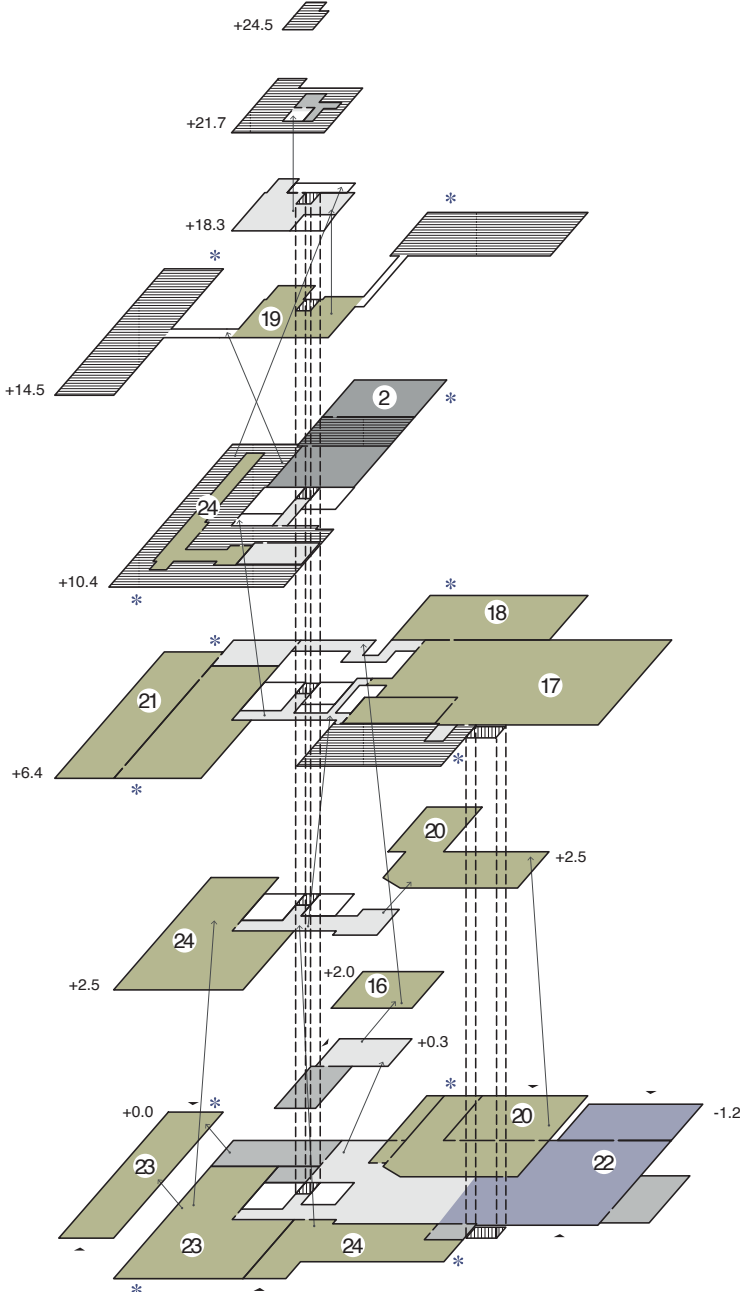
Funzioni:

- Convitto ass. Cesena Calcio
- Abitazione custode
- Piadineria al dettaglio
- Piadineria all'ingrosso
- Impiantista elettrico
- Tecnico elettronico
- Disinfestatore
- Calderaio
- Studio design
- Elettricista
- Falegname
- Rottamaio
- Serramentista
- Lattoniere
- Fabbro
- Convitto teatranti
- Teatro
- Scuola d'artigianato
- Associazione culturale
- Showroom artigianato
- Sala esposizioni
- Lavanderia
- Stampa a mano
- Museo industriale

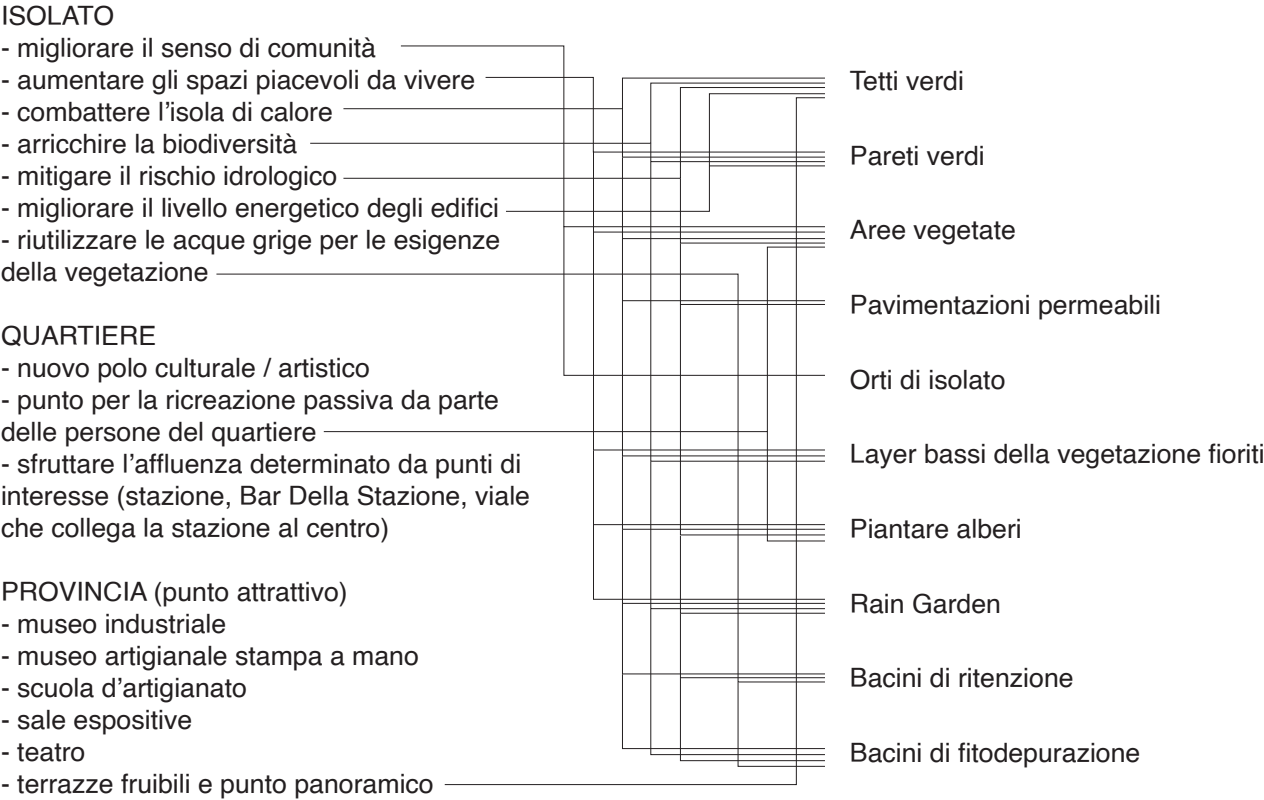
Elementi di risalita:

- Ascensore
- Scale interne
- Scale esterne

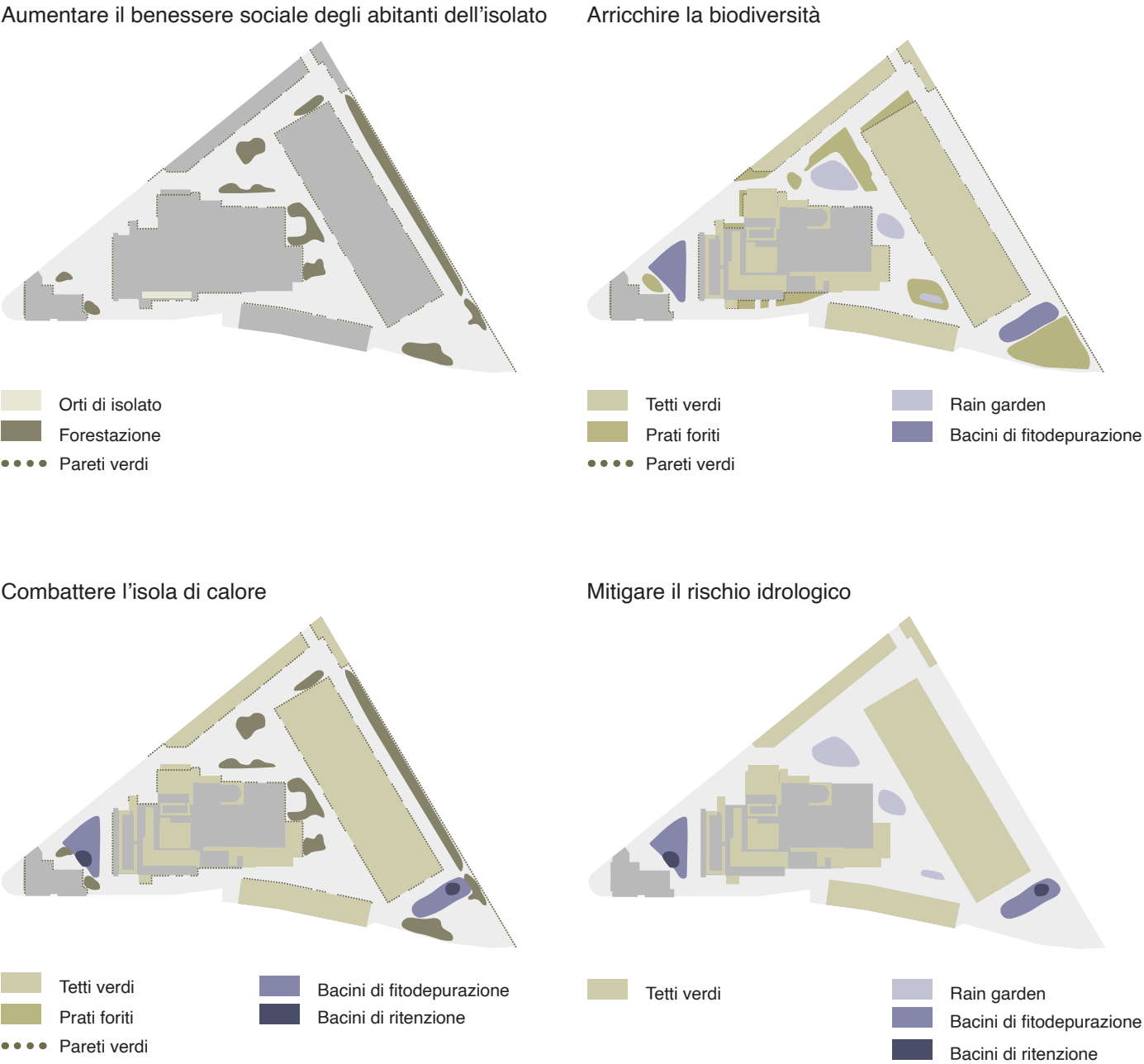
Schema edificio centrale



Definizione degli obbiettivi e azioni a diverse scale - NBS applicabili



Schemi spazializzazione delle Nature Based Solutions: possibili scenari

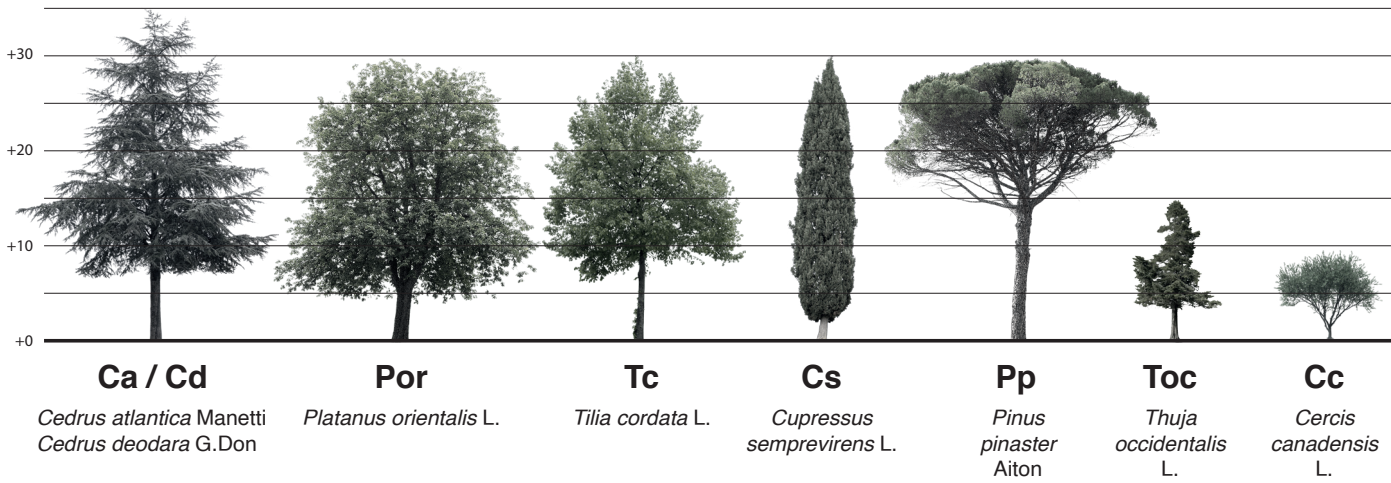


4.3 PROGETTO

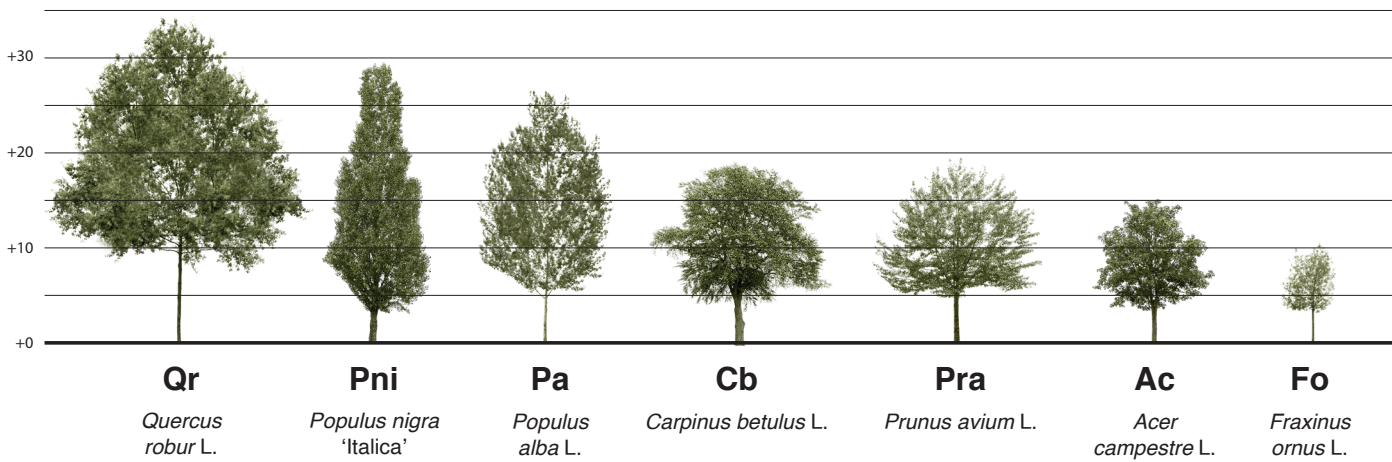
Il progetto nasce dalla volontà di rileggere e valorizzare un isolato caratterizzato da una forte stratificazione storica e funzionale, oggi segnato da usi frammentati e spazi parzialmente inutilizzati. Attraverso un’analisi integrata degli aspetti spaziali, ambientali e percettivi, l’intervento mira a riattivare gli spazi aperti e costruiti, migliorandone la qualità ecologica e sociale e restituendo un ruolo centrale all’isolato nel contesto urbano.

Abaco specie arboree presenti nel progetto

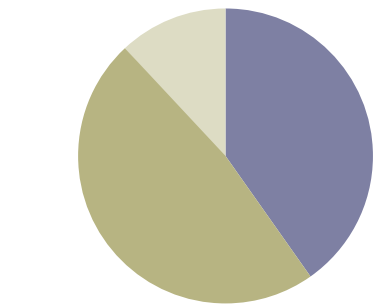
Specie arboree presenti nello stato di fatto e mantenuti



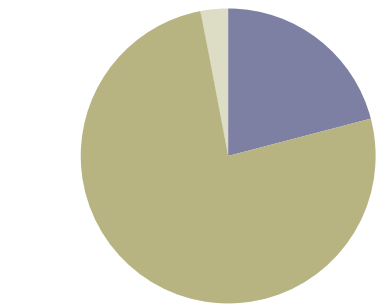
Specie arboree aggiunti dal progetto



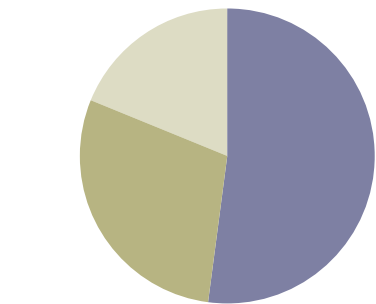
Superficie totale



Superficie edificata



Superficie non edificata



Specie arbustive progetto:

	ecologia		h max (m)	l max (m)
<i>Cornus mas L.</i>	eliofila	deciduo	8	5
<i>Cornus sanguinea L.</i>	eliofila	deciduo	5	3
<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>	eliofila	deciduo	7	5
<i>Euonymus europaeus L.</i>	eliofila	deciduo	4	4
<i>Deutzia gracilis Siebold & Zucc.</i>	eliofila	deciduo	1	1
<i>Ligustrum vulgare L.</i>	sciafila	sempreverde	5	3
<i>Lonicera xylosteum L.</i>	sciafila	deciduo	3	3
<i>Prunus spinosa L.</i>	eliofila	deciduo	7	5
<i>Rosa canina L.</i>	eliofila	deciduo	2	2
<i>Sambucus nigra L.</i>	sciafila	deciduo	7	6
<i>Viburnum tinus L.</i>	sciafila	sempreverde	2	2

Specie rampicanti progetto:

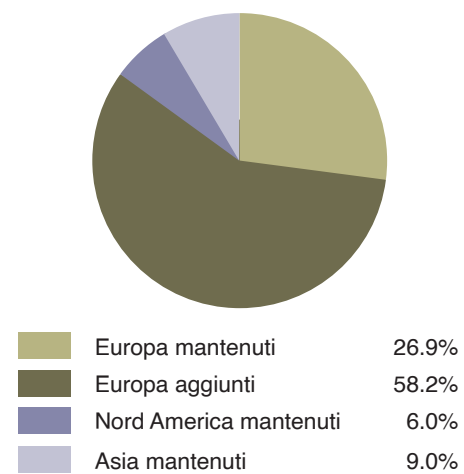
	ecologia	h max (m)	crescita annuale (m)	distanza di impianto (m)	schema di supporto
<i>Clematis armandii</i> Franch.	eliofila	15	1.5 - 2.0	1.5	 30 cm
<i>Euonymus fortunei</i> Hand.-Maz.	sciafila	6	0.5	0.6	 10 x 10 cm
<i>Hedera helix</i> L.	sciafila	25	1.0	1.0	autonoma
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	eliofila	5	1.0 - 2.0	1.5	 30 cm
<i>Partenocissus tricuspidata</i> Planch.	eliofila	20	1.5 - 3.0	2.0	autonoma
<i>Rosa</i> ‘Aimée Vibert’ <i>Rosa</i> ‘Cecile Brunner’	eliofila	10	1.5	2.5	 30 cm
<i>Vitis vinifera</i> L.	eliofila	13	2.0 - 4.0	2.0	 60 cm

Specie arboree progetto:

	Mantenute:	n°
Ca - <i>Cedrus atlantica</i> Manetti		2
Cd - <i>Cedrus deodara</i> G.Don		2
Por - <i>Platanus orientalis</i> L.		7
Tc - <i>Tilia cordata</i> L.		2
Cs - <i>Cupressus sempervirens</i> L.		4
Pp - <i>Pinus pinaster</i> Aiton		3
Toc - <i>Thuja occidentalis</i> L.		1
Cc - <i>Cercis canadensis</i> L.		1
	totale mantenute	27

	Aggiunte:	
Qr - <i>Quercus robur</i> L.		3
Pni - <i>Populus nigra</i> 'Italica'		19
Pa - <i>Populus alba</i> L.		4
Cb - <i>Carpinus betulus</i> L.		3
Pra - <i>Prunus avium</i> L.		3
Ac - <i>Acer campestre</i> L.		4
Fo - <i>Fraxinus ornus</i> L.		9
	totale aggiunte	40
	totale	67

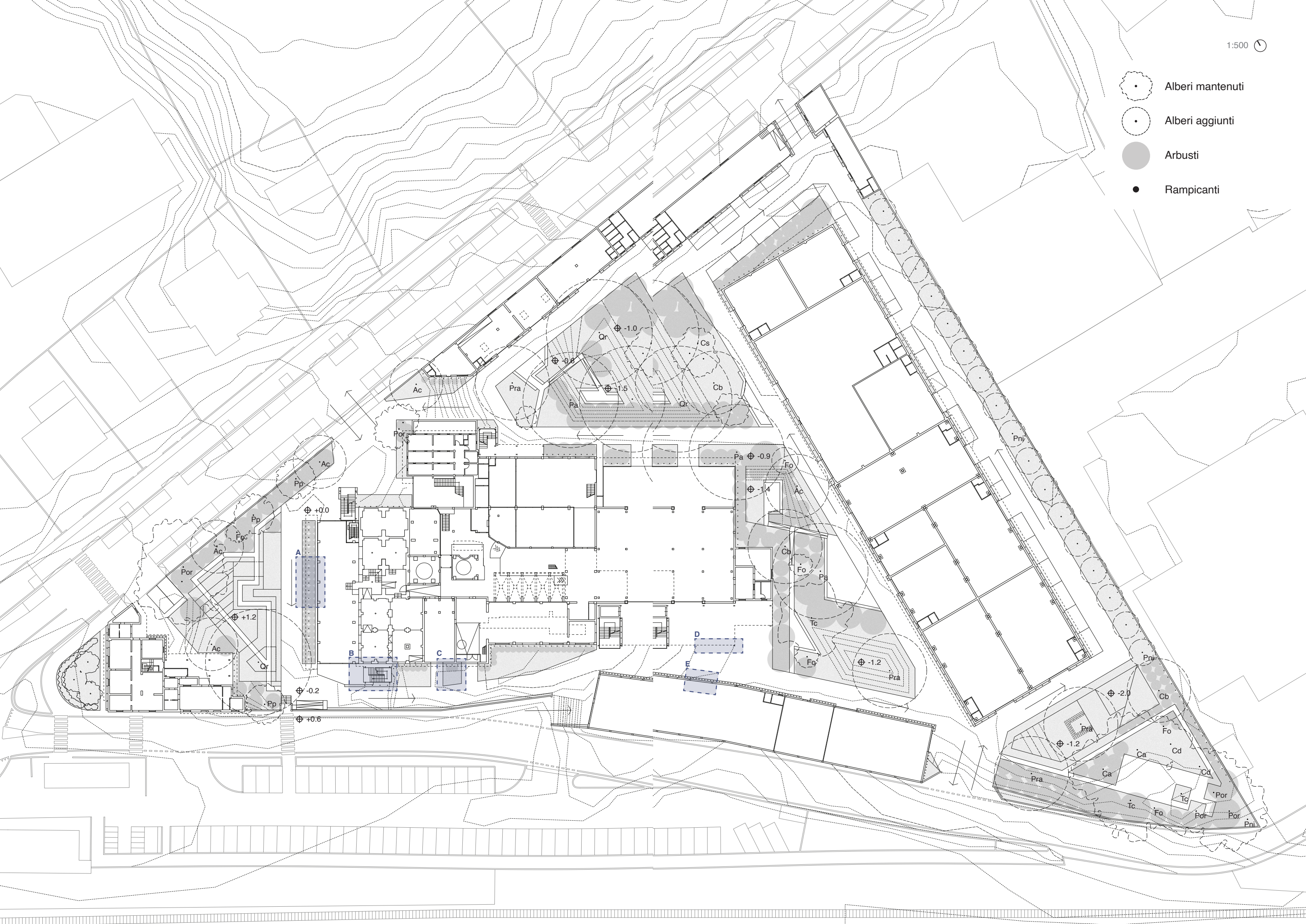
Origine specie progetto:

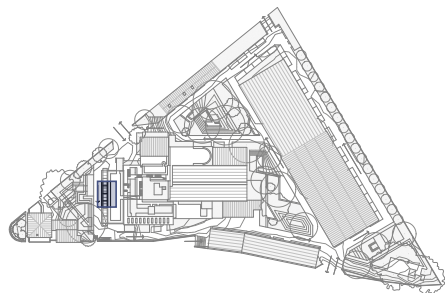


previsione di crescita in 20 anni



- Alberi mantenuti
- Alberi aggiunti
- Arbusti
- Rampicanti





4.3.1 DETTAGLIO A

Il dettaglio A riguarda la terrazza fruibile, progettata per favorire diverse forme di ricreazione passiva grazie a un disegno semplice e flessibile.

A livello statico ho lavorato con l'assunzione che l'edificio era stato costruito per sopportare carichi molto maggiori, quindi non è stata necessaria una revisione statica.

Il perimetro è definito da una fioriera modulare realizzata con blocchi prefabbricati in calcestruzzo di dimensioni 1x1x0.5 m, all'interno della quale è stato previsto un substrato. Strutturato come un tetto verde piano: substrato, tessuto non tessuto - anti-radice, strato di ghiaia per il drenaggio, tessuto per contenimento ghiaia, impermeabilizzazione (esistente) ed elementi strutturali. Il substrato proviene dallo scavo delle vasche di ritenzione al piano terreno, integrato con inerti per ridurne la densità.

Il mix vegetale scelto è semi-xerofilo, adatto alla minore disponibilità idrica sul tetto, ed è composto da specie mediterranee aromatiche e resistenti alla siccità: *Cistus salviifolius* L., *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don, *Lavandula angustifolia* Mill., *Salvia rosmarinus* Spenn., *Salvia fruticosa* Mill. e *Santolina chamaecyparissus* L. Queste piante garantiscono un effetto estetico interessante in tutte le stagioni e contribuiscono a migliorare il microclima della terrazza.

La pavimentazione in legno esistente può essere riposizionata lungo il lato della fioriera, creando continuità visiva tra l'area calpestabile e la vegetazione e valorizzando l'esperienza percettiva dello spazio, senza intervenire sulla struttura portante o sull'impermeabilizzazione sottostante.

Tetto vegetato:

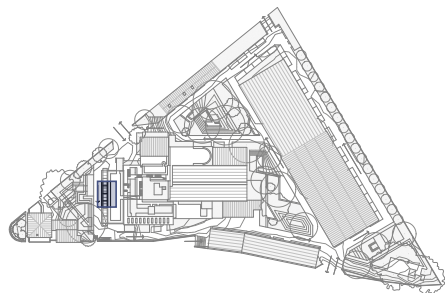
Cistus salviifolius L.
Helichrysum italicum (Roth) G. Don
Lavandula angustifolia Miller
Salvia rosmarinus Spenn.
Salvia fruticosa Mill.
Santolina chamaecyparissus L.

 *Vitis vinifera* L.
 Unmaco - Estate italiana, miscuglio fiorito®

previsione di crescita in 5 anni

1:100





Esistente

Progetto

1:20

Rivestimento in legno di riuso

Modulo in cls prefabbricato

Substrato

Antiradice - tessuto non tessuto

Drenante - ghiaia

Antiradice - tessuto non tessuto

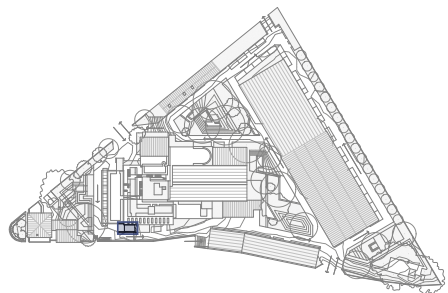
Pavimentazione in legno

Guaina impermeabile

Strato delle pendenze

Solaio in latero-cemento

+14.5



4.3.2 DETTAGLIO B

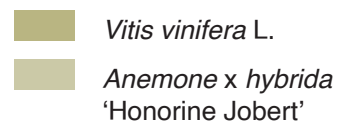
Il dettaglio B riguarda la scala esterna in acciaio, trasformata in supporto per la crescita di *Vitis vinifera* L. tramite un sistema di ancoraggio. Il progetto prevede l'installazione di ganci con fili in canapa ogni 60 cm, che permettono alla vite di svilupparsi lungo tutta la struttura, creando una vera e propria "pelle vegetale" continua, a protezione della scala attualmente scoperta. L'uso della canapa, oltre a essere una soluzione low-tech e low-carbon, evita il surriscaldamento della vite dovuto all'acciaio esposto al sole e riduce il rischio di danneggiamento della pianta.

La vite ha l'attacco a terra, in modo da approvvigionarsi autonomamente di acqua.

Il substrato della base, precedentemente impermeabilizzato, sarà arieggiato e arricchito con sostanza organica per favorire lo sviluppo radicale.

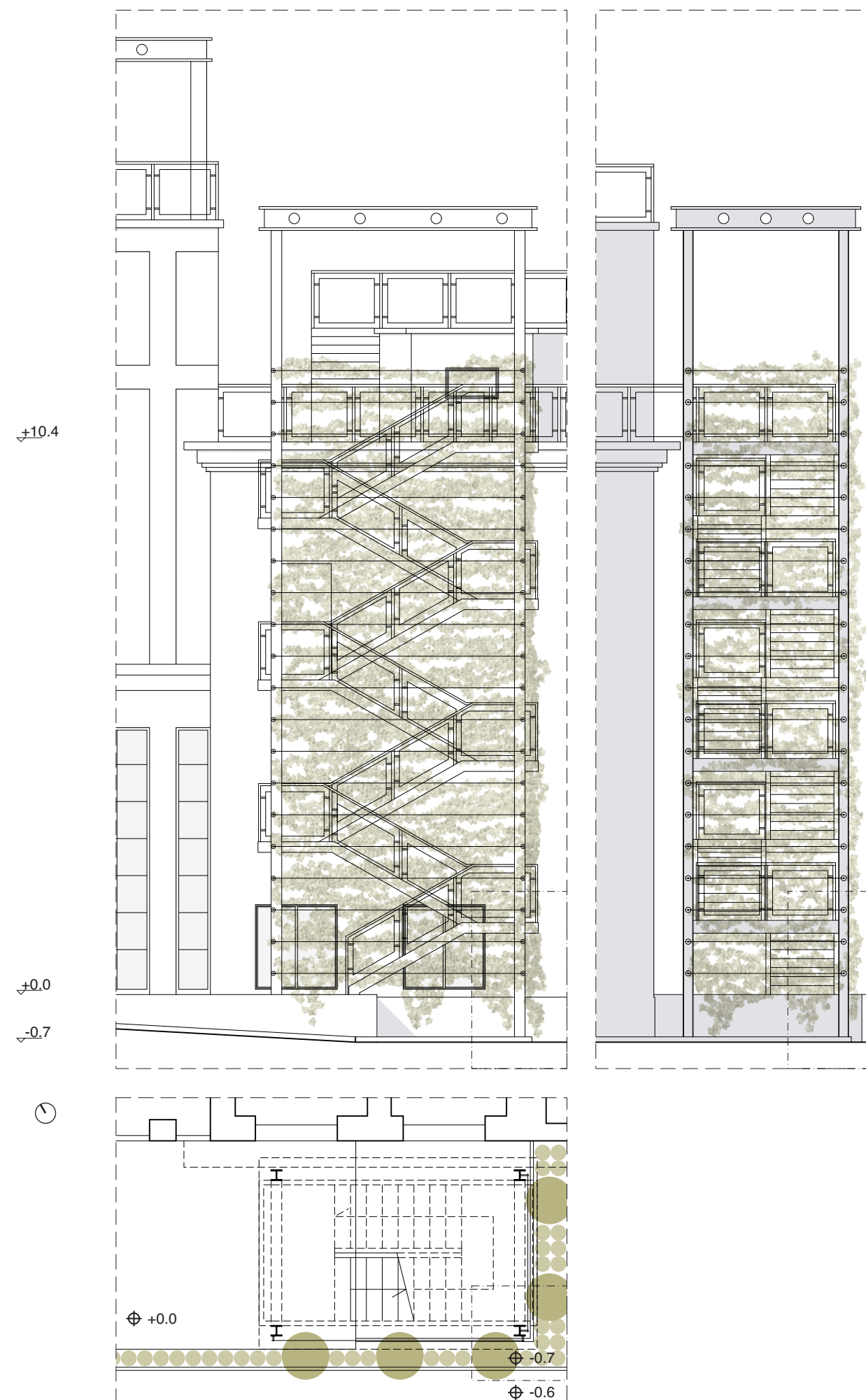
Alla base sono state inserite piante erbacee eliofile e resistenti alla siccità, come Anemone x hybrida 'Honorine Jobert', che completano l'impianto e arricchiscono l'estetica stagionale.

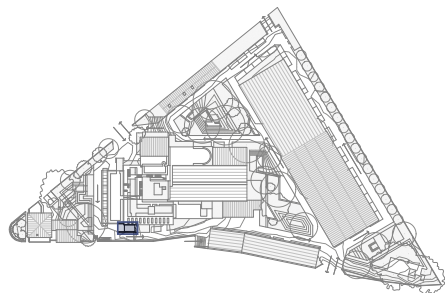
Grazie alla rapida crescita della vite, in circa cinque anni la pianta raggiunge la sommità della scala, a +10 m, facilitando anche le operazioni di manutenzione e raccolta dei frutti, rendendo l'intero intervento funzionale, decorativo e produttivo.



```
previsione di crescita in 5 anni
```

1:100

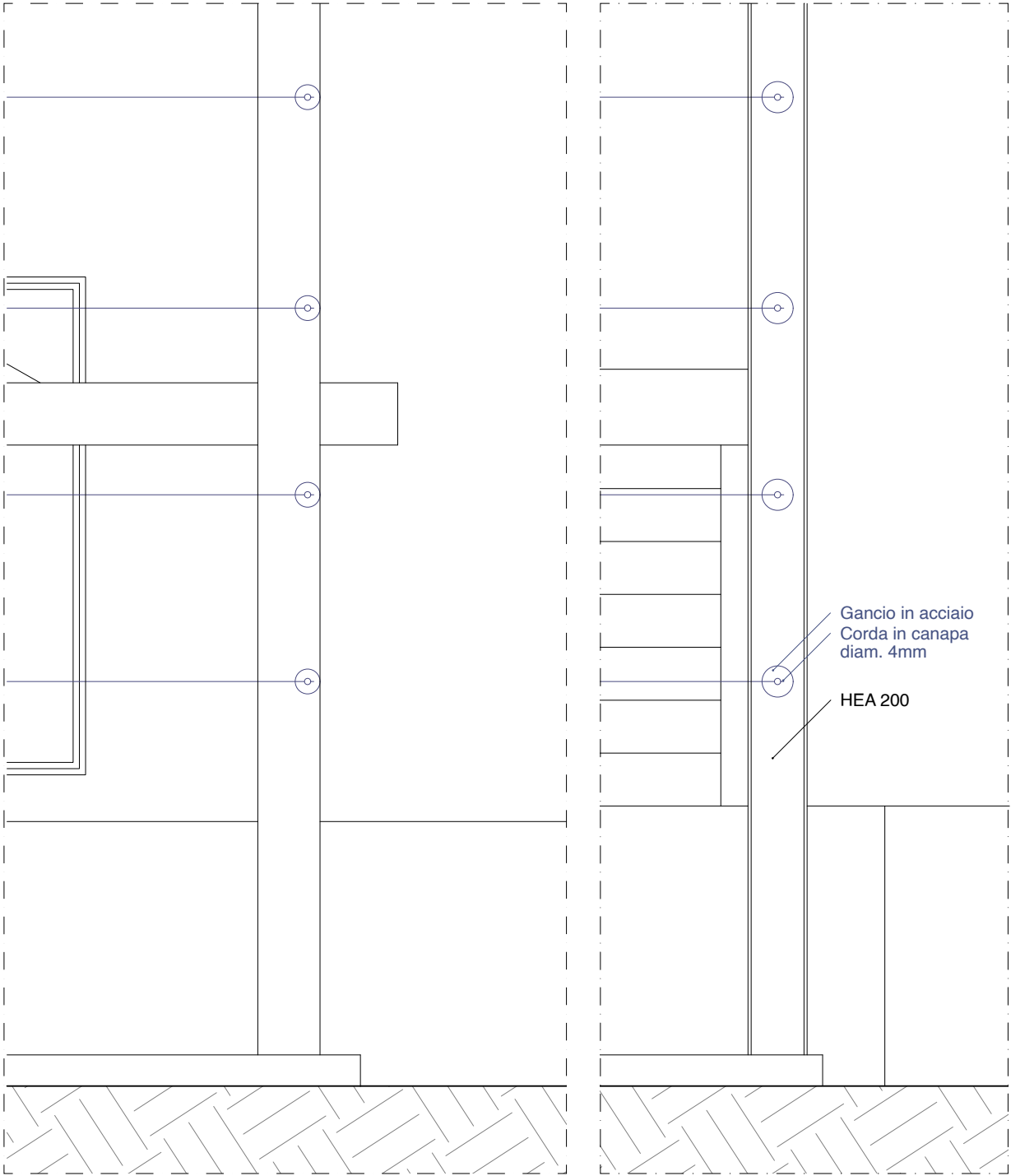




Esistente

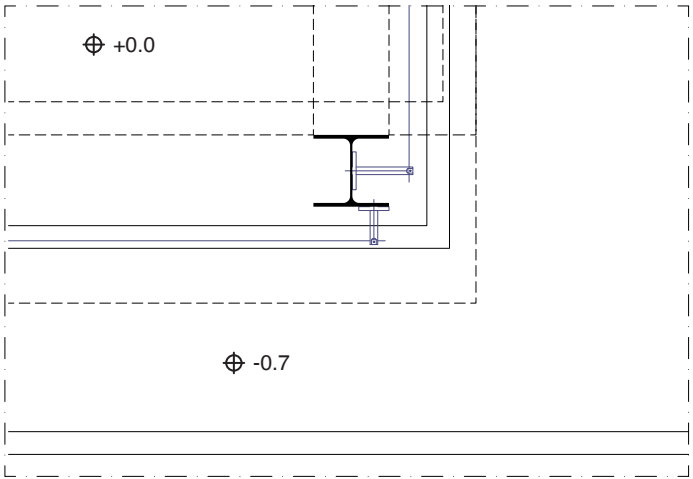
Progetto

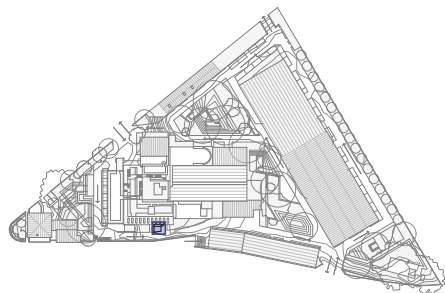
1:20



+0.0

-0.7





4.3.3 DETTAGLIO C

Il dettaglio C riguarda l'inverdimento di una parete verticale esterna che si estende fino a +10,4 m, posta a sud e destinata a costituire l'entrata principale del museo industriale, visibile anche dalla ferrovia.

La vegetazione ha l'attacco a terra, mentre sulla parete sono stati installati ganci che sostengono corde di canapa, a loro volta intrecciate in reti di canapa a maglia 30x30 cm, con filato più sottile per consentire alle piante di avvolgersi e arrampicarsi lungo tutta la superficie. La distanza delle piante dalla parete, circa 10 cm, favorisce un circolo d'aria costante, riducendo il rischio di marciume e trasformando la parete in una struttura ventilata con effetto isolante.

La base vegetale è costituita dalla *Clematis armandii*, sempreverde, a sviluppo verticale e solido, che offre una copertura continua e permanente. A questa sono affiancate due specie di rose rampicanti, 'Cécile Brunner' e 'Aimee Vibert', selezionate per la resistenza, la fioritura abbondante e ripetuta nel corso dell'anno, e per il loro sviluppo leggero e orizzontale, che crea contrasti dinamici e trasparenti rispetto alla struttura sempreverde.

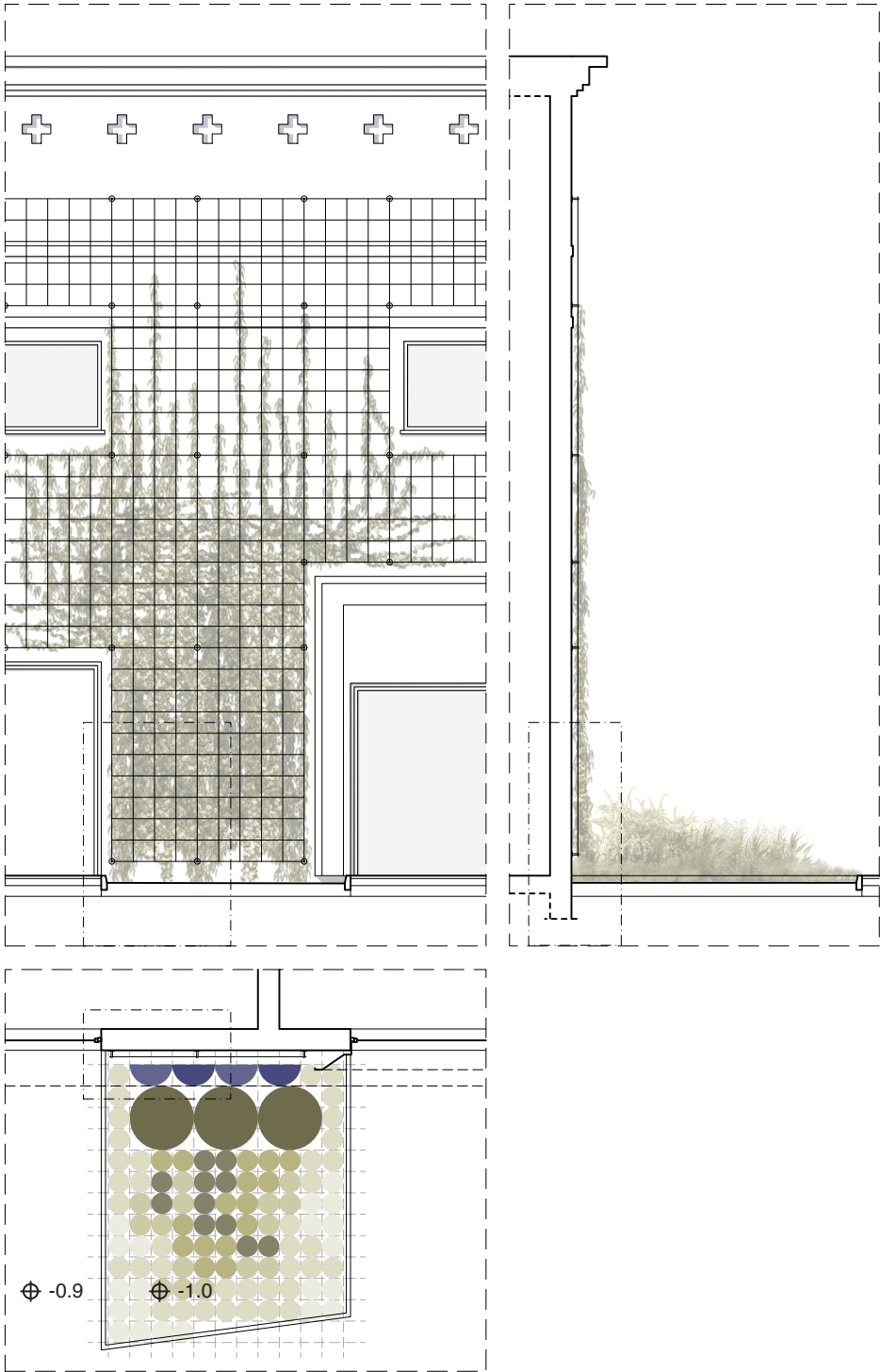
Davanti alle rampicanti è previsto un planting erbaceo articolato, studiato per garantire interesse estetico e stagionale lungo tutto l'anno, integrando fioriture e fogliame decorativo.

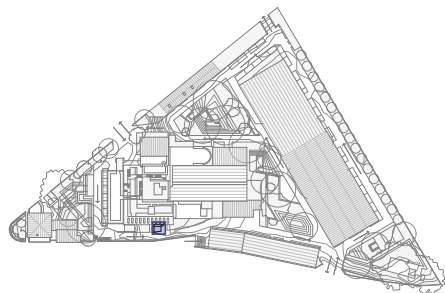
L'intero sistema combina funzione estetica, microclimatica e percettiva, conferendo alla parete un ruolo simbolico e rappresentativo nell'accesso al museo e nella percezione urbana del complesso.

- Clematis armandii* Franch.
- Rosa* 'Cécile Brunner'
- Deutzia gracilis* Siebold & Zucc.
- Verbena bonariensis* 'Lollipop'
- Pennisetum orientale* 'Karley Rose'
- Anemone x hybrida* 'Honorine Jobert'
- Stipa tenuissima* (Trin.) Barkworth
- Thymus serpyllum* L.

±10.4

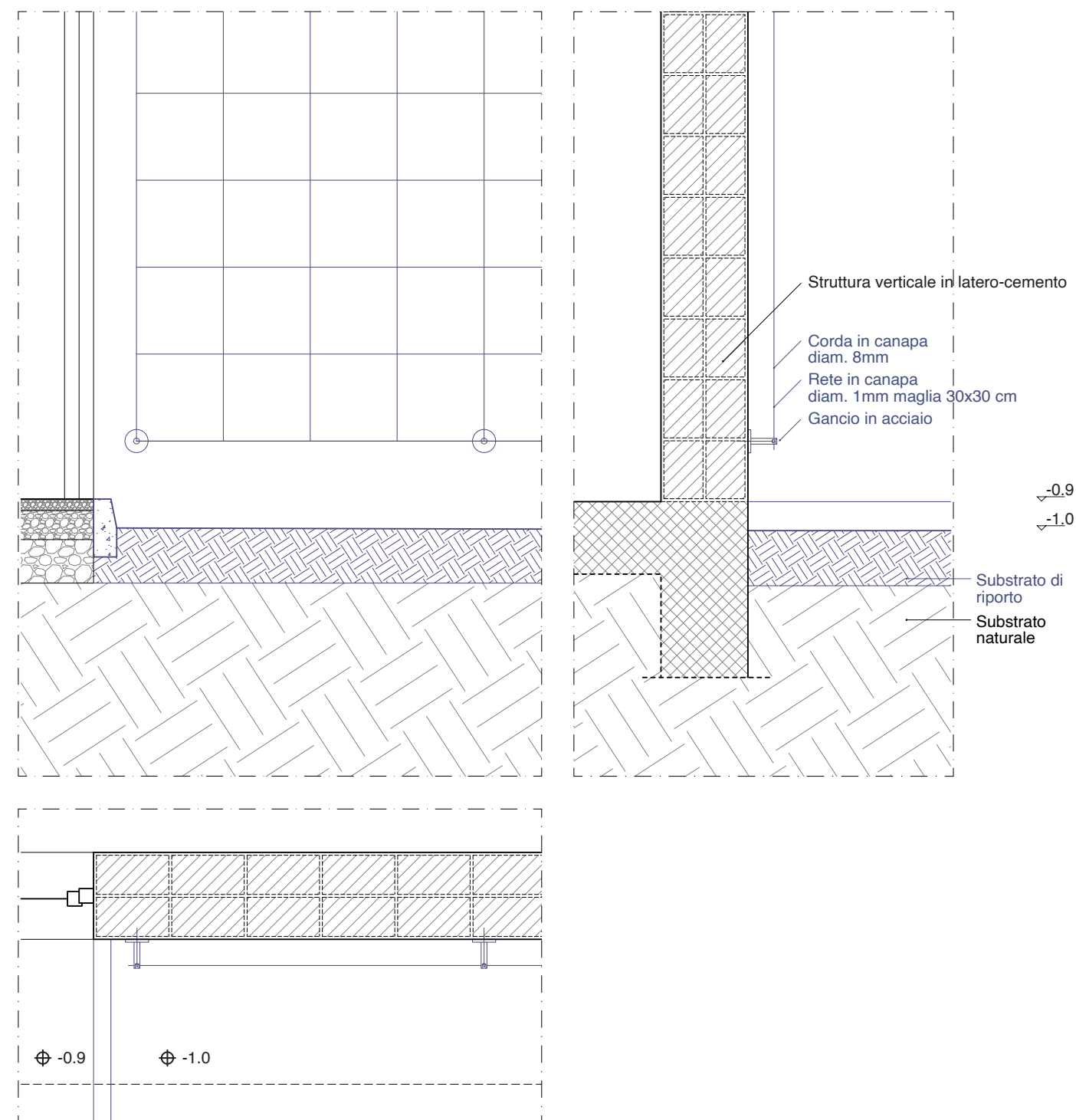
▽-0.9

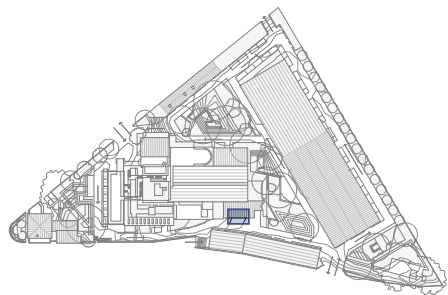




Esistente
Progetto

1:20





4.3.4 DETTAGLIO D

Il dettaglio D riguarda un tetto esterno poco inclinato realizzato su lamiera grecata coibentata, con profondità del substrato variabile tra 5 e 10 cm.

Il progetto prevede di riproporre il mix vegetale già presente sui tetti verdi esistenti, costituito da una base di *Sedum hispanicum* L. arricchito con erbacee spontanee o già presenti nell'area, garantendo una copertura resistente agli stress idrici e climatici tipici del sito.

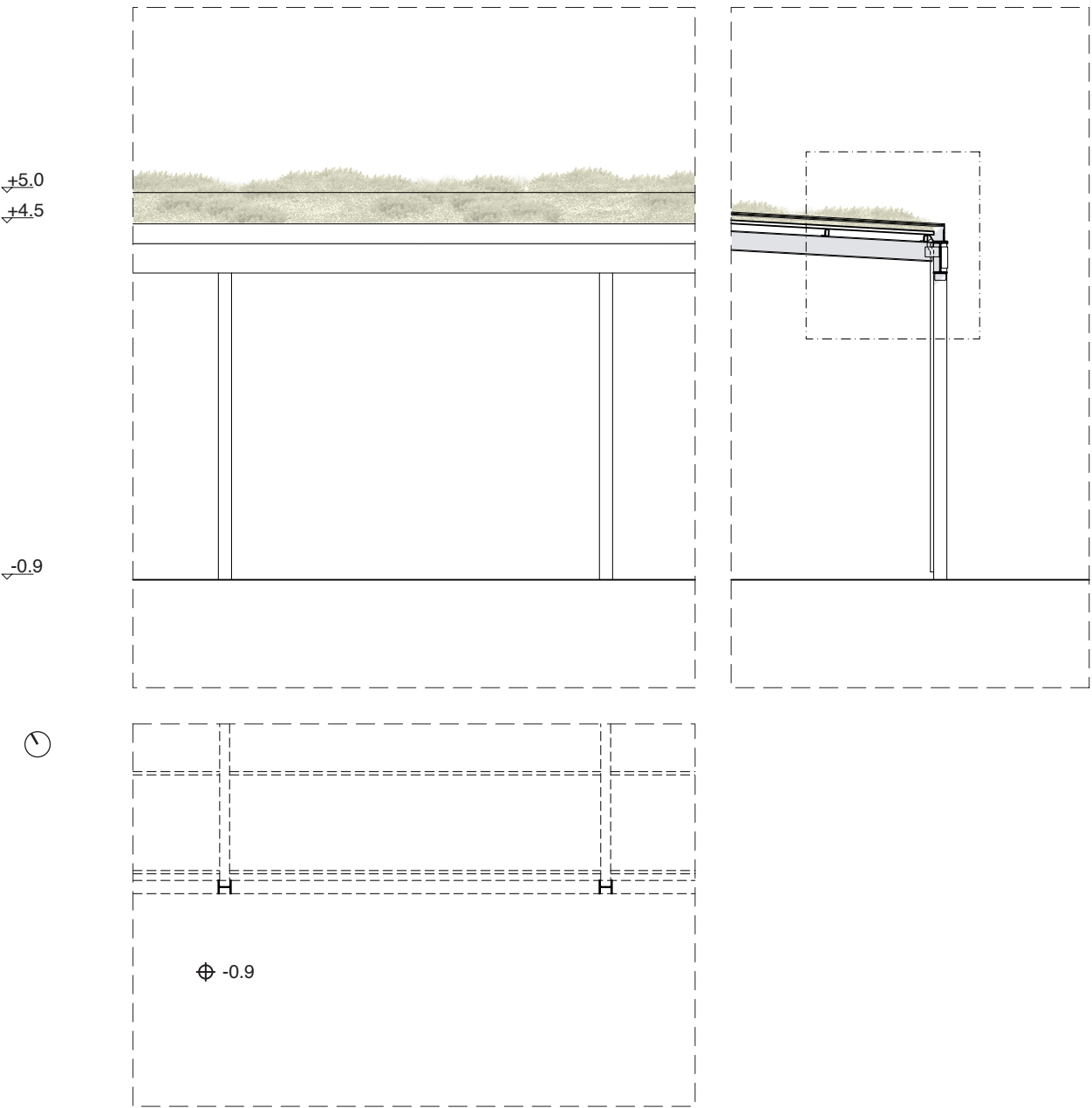
Lo strato drenante è presente solo verso il canale di gronda, mentre non sono previsti ulteriori strati impermeabili, sfruttando la lamiera già esistente. Il sistema risulta così di facile applicazione: non richiede interventi aggiuntivi se non la posa del substrato e delle piante, mantenendo la resistenza già dimostrata dallo stato di fatto, con substrato sottile e assenza di irrigazione.

Il tetto non ha una funzione fruibile, ma è pensato per migliorare l'aspetto visivo della copertura, visibile dall'interno della struttura.

Si tratta di una soluzione leggera che non richiede verifiche statiche, in quanto il carico aggiunto non risulta maggiore del 10% del peso proprio della copertura.

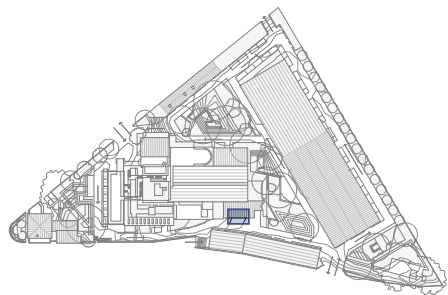
previsione di crescita in 5 anni

1:100



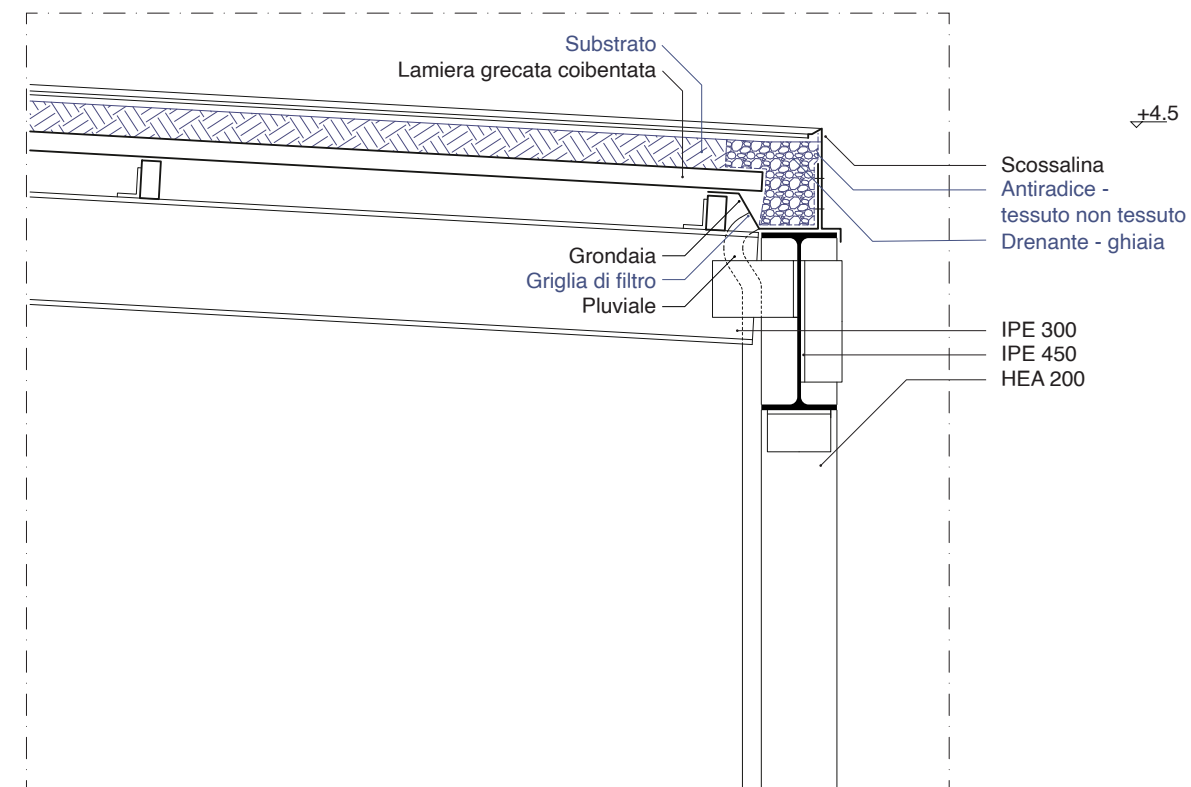
Tetto vegetato:

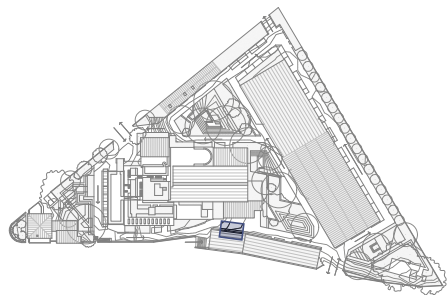
- Carex dioica L.
- Portulaca oleracea L.
- Sedum hispanicum L.
- Setaria verticillata (L.) P.Beauv.
- Trifolium arvense L.



Esistente
Progetto

1:20





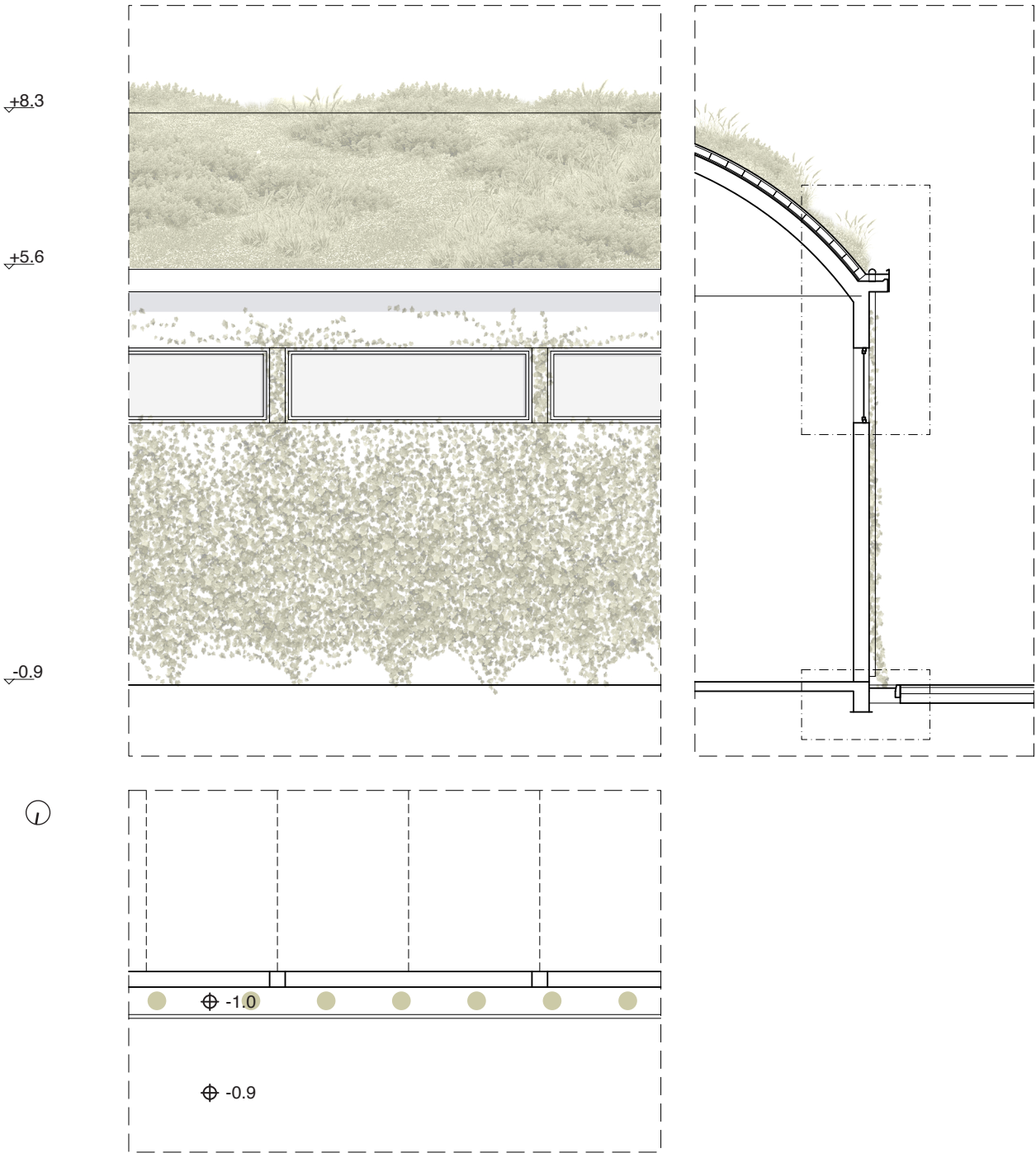
4.3.5 DETTAGLIO E

Il dettaglio E riguarda un tetto verde estensivo realizzato su una copertura curva con inclinazione variabile da 0 a 45°, progettato con finalità ornamentali e di isolamento termico.

Il substrato ha uno spessore di 15 cm e poggia su impermeabilizzazione già esistente; per stabilizzare il terreno, è stata posata una rete che consente alle radici di attraversarla, ulteriormente fissata tramite staffe trasversali rispetto alla pendenza della copertura. Un cordolo perimetrale delimita e trattiene il substrato lungo il bordo della copertura.

Il mix vegetale scelto è resistente agli stress idrici e climatici, costituito da *Carex dioica* L., *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don, *Santolina chamaecyparissus* L., *Sedum hispanicum* L., *Setaria verticillata* (L.) P.Beauv. La combinazione di piante perenni e semi spontanei permette una copertura continua, decorativa e duratura nel tempo, adattandosi alle diverse inclinazioni del tetto e garantendo stabilità, estetica e funzionalità microclimatica.

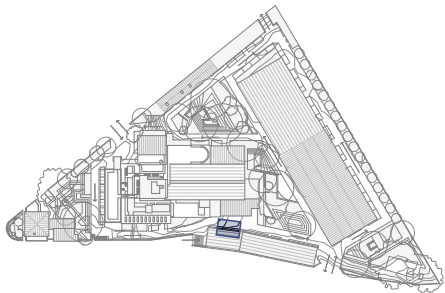
Si tratta di una soluzione leggera che non richiede verifiche statiche, in quanto il carico aggiunto non risulta maggiore del 10% del peso proprio della copertura.



Tetto vegetato:

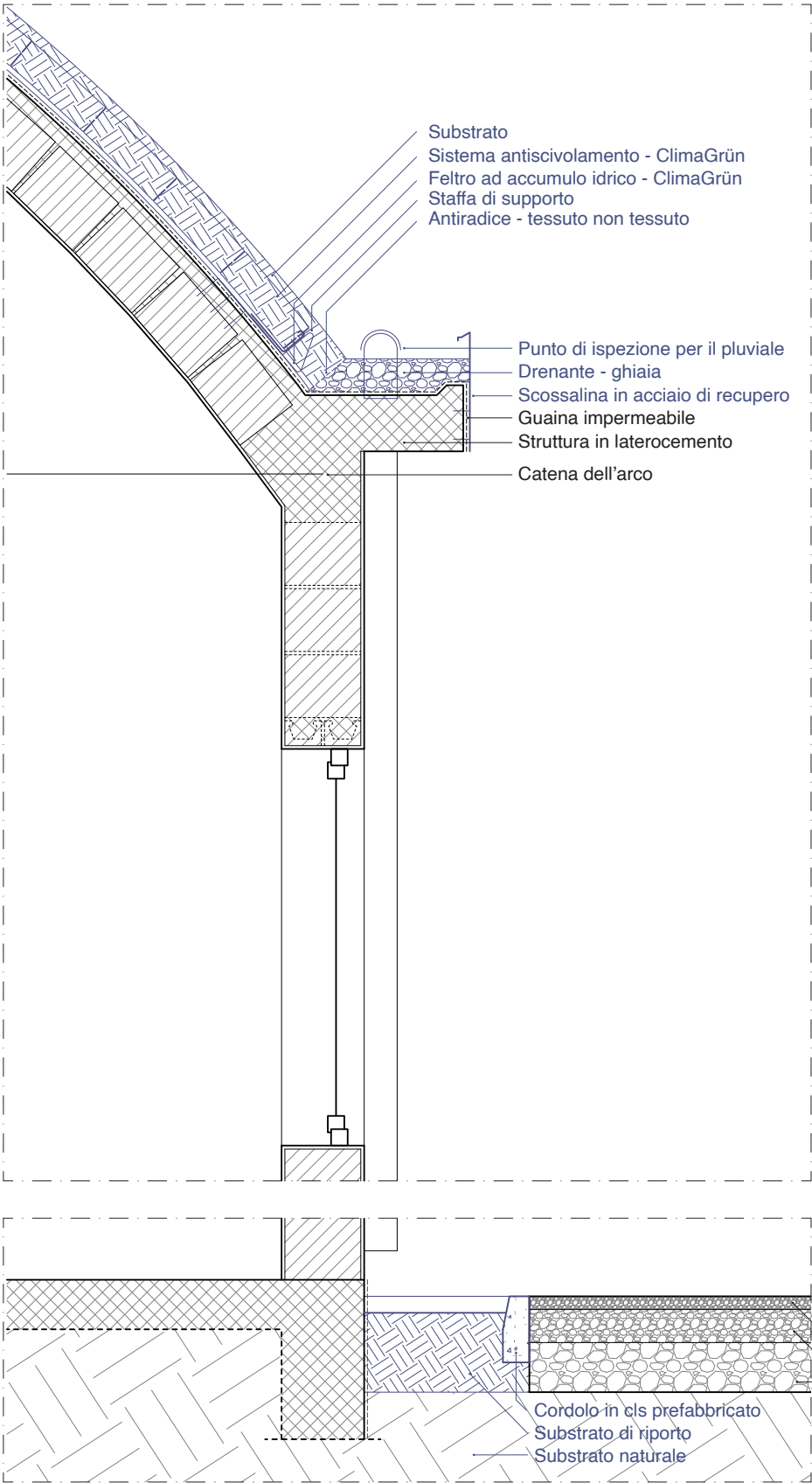
- Carex dioica* L.
- Helichrysum italicum* (Roth) G.Don
- Santolina chamaecyparissus* L.
- Sedum hispanicum* L.
- Setaria verticillata* (L.) P.Beauv.

 *Hedera helix* L.



Esistente
Progetto

1:20



±5.6

-0.9

4.4 PRESTAZIONI MICROCLIMATICA DELLA VEGETAZIONE

Gli indicatori, ricavati dall’analisi di dati temporali o da simulazioni, permettono di valutare l’efficacia del verde nel mitigare le condizioni di stress termico più critiche, soprattutto nei periodi estivi, quando le elevate temperature superficiali e l’accumulo di calore nel costruito compromettono il comfort degli utenti. La riduzione dei valori massimi di temperatura e la limitazione delle oscillazioni giornaliere rappresentano infatti parametri significativi per descrivere il contributo dei sistemi vegetali in termini di raffrescamento passivo, ombreggiamento ed evapotraspirazione.

Poiché l’intervento analizzato ha natura progettuale e non è stato realizzato, le valutazioni non si basano su misurazioni assolute in situ, ma sul confronto tra scenari differenti. L’analisi si concentra quindi sulle variazioni delle prestazioni microclimatiche tra lo stato di fatto e lo scenario di progetto, consentendo di isolare l’effetto specifico dell’integrazione vegetale. Questo approccio comparativo permette di stimare il potenziale contributo del progetto alla mitigazione del microclima urbano, pur nella consapevolezza che le risposte reali possano variare in funzione delle condizioni locali e delle dinamiche climatiche specifiche.

4.4.1 CARBONIO STOCCATO

La capacità di assorbire e trattenere anidride carbonica rappresenta una proprietà intrinseca della vegetazione e costituisce uno dei principali contributi delle piante alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Attraverso il processo di fotosintesi, la CO₂ viene sottratta all’atmosfera e trasformata in biomassa, immagazzinata nel tempo nei tessuti vegetali e, indirettamente, nel suolo. L’integrazione di sistemi vegetali nel contesto urbano assume quindi un ruolo rilevante non solo in termini microclimatici, ma anche come strategia di riduzione dell’impronta carbonica del costruito.

Stato di fatto:	Progetto:	fonte: iTree
25 340 kg(CO ₂)/anno	110 100 kg (CO ₂)/anno	

Pur trattandosi di stime basate su modelli e valori medi di assorbimento, questi risultati dimostrando l’efficacia di interventi puntuali anche in ambiti produttivi e artigianali.

POTENZIALE EVAPOTRASPIRAZIONE 4.4.2

Il contributo della vegetazione al raffrescamento microclimatico è stato valutato attraverso la stima del potenziale di evapotraspirazione, inteso come capacità delle superfici vegetate di sottrarre energia all’ambiente sotto forma di calore latente. La riduzione media della temperatura dell’aria è stata stimata a partire dal bilancio energetico associato all’evapotraspirazione e assunta come ampiezza massima dell’effetto di raffrescamento, applicabile in particolare alle ore di massimo carico termico estivo. Il valore annuale di evapotraspirazione, calcolato tramite il software iTree, espresso in volume d’acqua evaporata, è stato ricondotto a una scala giornaliera estiva, in quanto l’effetto del raffrescamento evaporativo agisce in modo progressivo, localizzato e prevalentemente durante i periodi di maggiore insolazione.

Stato di fatto:	Progetto:	fonte: iTree
1 320 340 m ³ /anno	5 870 480 m ³ /anno	

Il volume d’aria influenzato dal processo è stato assunto pari allo strato prossimo al suolo, con un’altezza di riferimento di circa 5 m, coerente con le dinamiche microclimatiche urbane. L’energia sottratta all’ambiente tramite evapotraspirazione è stata quindi convertita in una potenziale variazione di temperatura dell’aria mediante un bilancio energetico semplificato, secondo la relazione:

$$\Delta T = Q / (\rho \cdot c_p \cdot V)$$

Q = energia sottratta (J)
ρ = densità dell’aria ≈ 1,2 kg/m³
c_p = calore specifico aria ≈ 1005 J/kg·K
V = volume d’aria interessato (m³)

Stato di fatto:	Progetto:
ΔT aria 1.1°C	ΔT aria 4.9°C

Tuttavia, è fondamentale sottolineare come questo valore rappresenti una stima teorica massima, valida solo in condizioni ideali di aria ferma, volume confinato, ombreggiamento e distribuzione uniforme dell’energia. Nel contesto urbano reale, i processi di rimiscelamento atmosferico, la dispersione dell’energia e l’eterogeneità spaziale delle superfici riducono l’effetto misurabile.

Stato di fatto:	Progetto:
ΔT aria 0.8°C	ΔT aria 3.3°C

Questo approccio consente di distinguere chiaramente tra energia sottratta all’ambiente e comfort percepito, evitando una lettura semplificata del dato numerico e rafforzando la validità interpretativa dei risultati ottenuti.

4.4.3 ESCURSIONE TERMICA GIORNALIERA (ETG)

L'escursione termica giornaliera è stata utilizzata come indicatore per valutare la capacità del progetto di attenuare i picchi di temperatura dell'aria nelle ore centrali della giornata estiva. Tale parametro, definito come la differenza tra la temperatura massima e minima giornaliera attenuata dalla vegetazione, consente di descrivere la stabilità microclimatica di un ambiente e di valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione termica introdotti.

ΔT = Tmax - Tmin

Nel mese di agosto, la temperatura media diurna dell'aria si attesta intorno ai 29,6 °C, mentre la temperatura media notturna scende a circa 18,3 °C. Considerando l'attenuazione provveduta dalla vegetazione calcolata nel passaggio precedente:

Tmax_fatto = 29.6 - 0.8 = 28.8 °C ΔT_fatto 10.5 °C
Tmax_progetto = 29.6 - 3.3 = 26.3 °C ΔT_progetto 8.0 °C

ΔETG = ΔT_fatto - ΔT_progetto = 2.5 °C

La riduzione complessiva dell'escursione termica giornaliera indica una maggiore stabilità del microclima urbano. Tale attenuazione è stata utilizzata per stimare la riduzione dei picchi di temperatura nelle ore di massimo carico termico.

Questa riduzione consente di eliminare le ore giornaliere sopra la soglia di disagio termico, indicativamente posta intorno ai 29 °C, che in una giornata estiva tipo possono essere stimate in circa 2–3 ore. La diminuzione dell'escursione termica giornaliera non rappresenta quindi solo un miglioramento numerico, ma un indicatore qualitativo di maggiore stabilità microclimatica, con effetti rilevanti sul comfort termico e sul benessere fisiologico degli utenti degli spazi aperti.

CARICO RADIANTE (MRT)

La Mean Radiant Temperature (MRT) è definita come la temperatura uniforme di un ambiente radiante immaginario in cui il corpo umano scambierebbe la stessa quantità di energia radiante dell'ambiente reale, ed è un parametro cardine per il comfort outdoor. Studi sperimentali mostrano che differenze di MRT dell'ordine di 5–10 °C nelle ore centrali diurne è un valore significativo per la percezione umana e la mitigazione del carico radiativo nelle giornate calde (Al-Altrash, 2023).

L'inverdimento degli edifici e degli spazi aperti consente una riduzione stimata della temperatura percepita fino a circa 7- 8 °C nelle condizioni estive critiche, migliorando sensibilmente il comfort degli utenti.

La riduzione della MRT è stata stimata a partire dai View Factor (VF) delle superfici inverdite, considerando la sostituzione radiativa tra superfici minerali e superfici vegetate. Assumendo una differenza media di temperatura superficiale di circa 30 °C tra superfici tradizionali (≈ 60 °C) e superfici vegetate (≈ 20 °C). Le superfici inverdite sono state quindi pesate in funzione del loro fattore di vista rispetto al pedone: per le facciate vegetate è stato assunto un VF medio pari a 0,5, mentre per le coperture vegetate un VF pari a 0,15, valori coerenti con un contesto artigianale

Area facciate vegetate 4 225 m² * VF = 2 112 m²
Area coperture vegetate 5 080 m² * VF = 762 m²
Area esterna dell'isolato 8 023 m²
VF effettivo = 0.36

ΔMRT = Σ VF_i * (T_surf,i,senza - T_surf,i,vegetate) = 10.7 °C

Risultato da cui deriva una diminuzione complessiva della MRT di 10,7 °C nello scenario di progetto. Tale valore rappresenta una stima teorica massima dell'effetto radiativo, che conferma il ruolo centrale dell'inverdimento edilizio e degli spazi aperti nel ridurre il carico radiante e nel migliorare le condizioni di comfort termico estivo in ambito urbano produttivo.

4.4.4

Classi MRT	Percezione
> 60 °C	carico radiativo estremo
50 - 60 °C	carico radiativo molto elevato
40 - 50 °C	carico radiativo elevato
30 - 40 °C	carico radiativo moderato
< 30 °C	carico radiativo basso

4.4.5 PHYSIOLOGICAL EQUIVALENT TEMPERATURE (PET)

Classi PET	Percezione
> 41 °C	stress estremo
35 - 41 °C	stress forte
29 - 35 °C	stress moderato
23 - 29 °C	stress leggero
18 - 23 °C	comfort

In una giornata estiva calda, una persona che utilizza gli spazi aperti dell'isolato di progetto percepisce condizioni termiche equivalenti a quelle di un ambiente con una temperatura dell'aria di circa 7-8 °C inferiore rispetto allo scenario di stato di fatto. Questo effetto non è legato esclusivamente alla riduzione della temperatura dell'aria, ma soprattutto alla diminuzione del carico radiativo incidente sul corpo umano.

Per valutare tale miglioramento in termini di comfort umano è stato utilizzato l'indice Physiological Equivalent Temperature (PET), che esprime la temperatura dell'aria "equivalente" che una persona percepirebbe in condizioni indoor standard, producendo lo stesso livello di stress termico sperimentato all'aperto. Il PET è ampiamente impiegato negli studi di comfort outdoor in quanto integra temperatura dell'aria, umidità, vento e, in modo determinante, la Mean Radiant Temperature (MRT).

La riduzione della MRT stimata per lo scenario di progetto ($\Delta MRT = 10.7 \text{ °C}$) è stata tradotta in una variazione della PET mediante una relazione empirica consolidata in letteratura (Mayer & Höppe, 1987), che attribuisce alla MRT un peso dominante nella definizione del comfort termico negli spazi aperti. In particolare, diversi studi indicano che circa il 70% della variazione del PET nelle condizioni estive urbane è imputabile alle variazioni della MRT.

$$\Delta PET \approx 0.7 \cdot \Delta MRT = 7.5 \text{ °C}$$

Questa diminuzione comporta un salto di classe di comfort termico, riducendo in modo significativo lo stress percepito e ampliando le condizioni di fruibilità degli spazi esterni nelle ore centrali della giornata, mitigando la pressione microclimatica negli ambiti produttivi urbani.

UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI) 4.4.6

L'Universal Thermal Climate Index (UTCI) è un indice in grado di descrivere la risposta fisiologica del corpo alle condizioni microclimatiche outdoor. L'UTCI integra temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità del vento e Mean Radiant Temperature (MRT), risultando particolarmente adatto alla valutazione degli effetti del carico radiativo e delle strategie di mitigazione climatica negli spazi urbani aperti.

Classi UTCI	Percezione
> 46 °C	stress estremo
38 - 46 °C	stress molto forte
32 - 38 °C	stress forte
26 - 32 °	stress moderato
9 - 26 °C	stress nullo

A partire dalla riduzione stimata della MRT nello scenario di progetto ($\Delta MRT = 10.7 \text{ °C}$), è stata valutata una diminuzione dell'UTCI mediante una relazione empirica consolidata in letteratura (Copernicus Climate Change Service), che attribuisce alla MRT un peso significativo nella determinazione dello stress termico.

$$\Delta UTCI \approx 0.6 \cdot \Delta MRT = 6.4 \text{ °C}$$

Tale variazione comporta un passaggio di classe di stress termico, con una riduzione sensibile delle condizioni di stress nelle ore centrali della giornata estiva. Anche in questo caso, il valore ottenuto rappresenta una stima teorica e conferma l'efficacia dell'integrazione vegetale come dispositivo di mitigazione del carico radiativo e di miglioramento del comfort termico percepito.

4.4.7 PRESTAZIONI DELLA VEGETAZIONE APPLICATA AI SISTEMI VERTICALI

L'applicazione di sistemi vegetali agli edifici esistenti produce effetti misurabili anche dal punto di vista energetico ed economico, come evidenziato dalle simulazioni condotte tramite il software iTree.

Il modello consente di stimare i benefici derivanti dalla presenza di vegetazione applicata alle strutture verticali in termini di riduzione dei fabbisogni energetici per il riscaldamento e il raffrescamento, traducendoli in risparmi economici annuali e in emissioni climalteranti evitate.

Riscaldamento:	
Stato di fatto:	Progetto:
210 kWh/anno	12 115 kWh/anno
45 €/anno	2 590 €/anno

Raffrescamento:	
Stato di fatto:	Progetto:
370 kWh/anno	20 935 kWh/anno
80 €/anno	4 480 €/anno

Risparmio totale:	
Stato di fatto:	Progetto:
125 €/anno	7 070 €/anno

Emissioni evitate:	
Stato di fatto:	Progetto:
70 kg (CO ₂)/anno	4 190 kg (CO ₂)/anno

Pur trattandosi di stime teoriche, basate su modelli semplificati e su valori medi di riferimento, i risultati evidenziano come i sistemi vegetali possano essere interpretati non solo come dispositivi ecologici e microclimatici, ma anche come investimenti economicamente vantaggiosi nel medio-lungo periodo, capaci di ridurre i costi di gestione energetica e di generare benefici ambientali quantificabili per l'intero sistema urbano.

È bene notare come nei calcoli non sia presente il risparmio prodotto dalle coperture vegetali, dipendendi molto anche dallo spessore del substrato.

ANALISI ECONOMICA DELLA MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE 4.4.8

La sostenibilità di un intervento di integrazione vegetale non può prescindere da una valutazione realistica dei costi di gestione e manutenzione nel tempo. Per questo motivo è stata condotta un'analisi economica degli interventi manutentivi previsti, facendo riferimento al [Prezzario della Regione Emilia-Romagna 2025](#), al fine di garantire la coerenza dei valori con pratiche operative e costi attuali di mercato.

Gli interventi a cadenza annuale riguardano principalmente la gestione delle superfici erbacee.

Interventi annuali:		
Sfalcio prato fruibile	4 volte/ anno	58.25 €/anno
Sfalcio prato fiorito	2 volte/ anno	209.50 €/anno
Sfalcio area umida	0.5 volte/ anno	42.70 €/anno
	totale	310.45 €/anno

Gli interventi a cadenza quinquennale sono invece legati alla gestione del patrimonio arboreo, in particolare alle operazioni di potatura, differenziate in base alla tipologia e alle dimensioni degli alberi.

Interventi quinquennali:		
Potatura alberi adulti decidui di piccole dimensioni		3 040.00 €/5 anni
Potatura alberi adulti decidui di grandi dimensioni		14 875.00 €/5 anni
Potatura alberi adulti sempreverdi di piccole dimensioni		145.00 €/5 anni
Potatura alberi adulti sempreverdi di grandi dimensioni		4 378.00 €/5 anni
	totale	22 438.00 €/5 anni
	totale	4 487.60 €/anno
	totale	4 798.05 €/anno

Riflessioni sul benessere microclimatico

Nel loro insieme, le valutazioni condotte mostrano come l'integrazione vegetale negli spazi aperti e sul costruito esistente possa produrre benefici microclimatici rilevanti, non tanto in termini di abbassamento uniforme della temperatura dell'aria, quanto soprattutto nella mitigazione dei picchi termici, nella riduzione del carico radiativo e nella stabilizzazione delle condizioni termoigrometriche durante le ore più critiche della giornata estiva.

I risultati ottenuti, pur derivando da simulazioni e stime teoriche, sono coerenti con la letteratura scientifica e indicano una riduzione significativa degli indici di stress termico umano, sufficiente a determinare un passaggio di classe di comfort e a limitare l'insorgenza di condizioni di disagio prolungato. In questo senso, la vegetazione si configura non come elemento decorativo, ma come dispositivo ambientale attivo, capace di migliorare la qualità climatica degli spazi di vita e di lavoro.

È importante sottolineare che i valori numerici presentati non rappresentano misurazioni assolute, ma differenze tra scenari, utili a confrontare lo stato di fatto con una possibile configurazione progettuale. L'efficacia reale degli interventi dipenderebbe da molteplici fattori locali, tuttavia l'ordine di grandezza dei risultati consente di affermare che anche interventi puntuali e diffusi di inverdimento edilizio possono contribuire in modo concreto alla resilienza climatica degli isolati urbani.

In conclusione, l'analisi prestazionale rafforza l'ipotesi progettuale di partenza: inverdire il costruito esistente è una strategia accessibile, replicabile ed efficace per migliorare il benessere microclimatico negli ambiti produttivi e artigianali, offrendo benefici misurabili per la salute, la vivibilità e la qualità ambientale degli spazi urbani contemporanei.

Riflessioni sull'analisi economica

Il valore ottenuto rappresenta un costo di gestione realistico e coerente con un progetto che integra in modo strutturale sistemi vegetali complessi. Tuttavia, tale dato non può essere interpretato isolatamente. Come evidenziato dalle analisi economiche ed energetiche, i sistemi vegetali generano nel tempo benefici economici diretti, legati alla riduzione dei consumi energetici, e benefici indiretti, quali l'aumento della qualità ambientale, del comfort microclimatico e dell'attrattività complessiva dell'isolato.

È inoltre importante sottolineare che, una volta raggiunta la maturità vegetazionale, molte delle funzioni ecosistemiche – ombreggiamento, raffrescamento evaporativo e protezione delle superfici edilizie – tendono ad aumentare, mentre i costi manutentivi rimangono relativamente costanti nel tempo. In questo senso, l'investimento iniziale e i costi di gestione risultano progressivamente compensati dai benefici generati, fino a configurare un saldo economico positivo nel medio-lungo periodo.

L'analisi conferma quindi che l'integrazione vegetale negli edifici esistenti non costituisce un onere economico improduttivo, ma un sistema attivo capace di restituire valore ambientale, sociale ed economico, rendendo l'intervento sostenibile anche dal punto di vista gestionale.

4.5 GESTIONE DELLE ACQUE

La gestione delle acque meteoriche rappresenta un aspetto fondamentale nella progettazione degli interventi vegetali sull'isolato, sia per garantire la vitalità delle piante sia per contenere i costi e gli impatti infrastrutturali.

La zona riceve circa 800 mm di pioggia all'anno, quantità sufficiente per supportare le specie selezionate riducendo la necessità di irrigazione supplementare e i costi operativi associati.

I sistemi vegetali progettati favoriscono inoltre la reintegrazione dell'acqua alla falda, contribuendo al ciclo idrico naturale del sito e migliorando la gestione sostenibile delle risorse idriche.

La copertura verde e le superfici permeabili riducono il deflusso superficiale verso la rete fognaria cittadina, alleviando il carico durante gli eventi piovosi e prevenendo potenziali problemi di sovraccarico o allagamento.

In sintesi, l'integrazione di tetti verdi e spazi permeabili permette di coniugare funzione estetica, ecologica e gestionale, ottimizzando l'uso dell'acqua, contenendo costi di irrigazione e contribuendo alla sostenibilità urbana complessiva.

4.5.1 VASCHE DI FITODEPURAZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di vasche di fitodepurazione, destinate al trattamento naturale delle acque grigie prodotte dalle attività artigianali dell'isolato. Queste vasche sfruttano processi biologici e la capacità depurativa delle piante acquatiche per ridurre carichi organici e nutrienti, garantendo un trattamento ecologico e a basso consumo energetico.

Le acque depurate possono essere riutilizzate per l'irrigazione riducendo la dipendenza dalla rete idrica e ottimizzando l'uso della risorsa disponibile.

Oltre alla funzione tecnica, le vasche contribuiscono alla biodiversità locale, offrendo habitat per insetti impollinatori, anfibi e altre specie legate agli ecosistemi umidi.

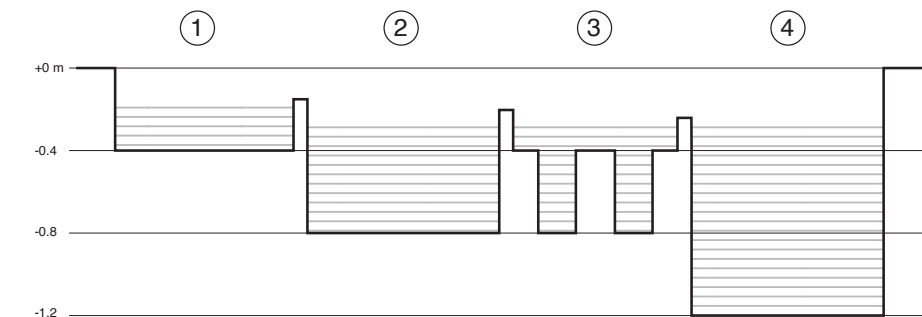
L'integrazione delle vasche di fitodepurazione permette quindi di combinare funzione gestionale, ecologica e paesaggistica, aumentando la sostenibilità complessiva del sistema di gestione

delle acque dell'isolato e migliorando la qualità ambientale dello spazio urbano.

La quantificazione dei flussi in entrata evidenzia un apporto annuo costante di 1.920 m³ di acque grigie proveniente dalle attività dell'isolato e un flusso discontinuo di runoff pari a 7.750 m³/anno, che alimentano il sistema durante gli eventi piovosi.

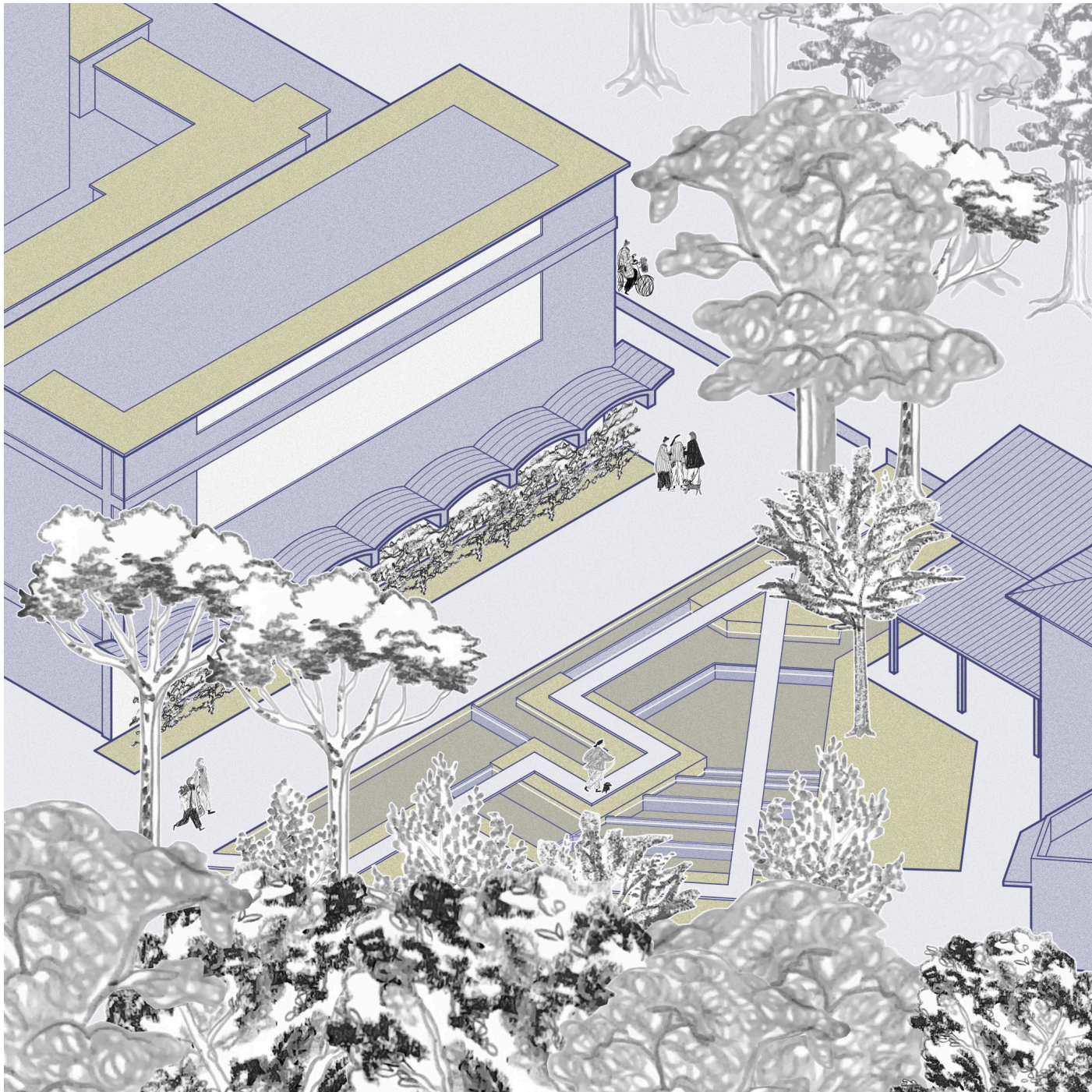
Il trattamento avviene in più stadi:

1. Vasca di deposito sedimenti (15 cm) con specie marginali per la sedimentazione dei solidi sospesi;
2. Vasca con acqua profonda (60 cm) ospitante specie sommerse per la depurazione chimico-biologica;
3. Vasche di areazione (20 - 60 cm) con specie emergenti per favorire ossigenazione e metabolismo microbico;
4. Vasca di raccolta (100 cm) con specie sommerse e galleggianti ancorate, che consentono ulteriore affinamento e stoccaggio delle acque depurate.

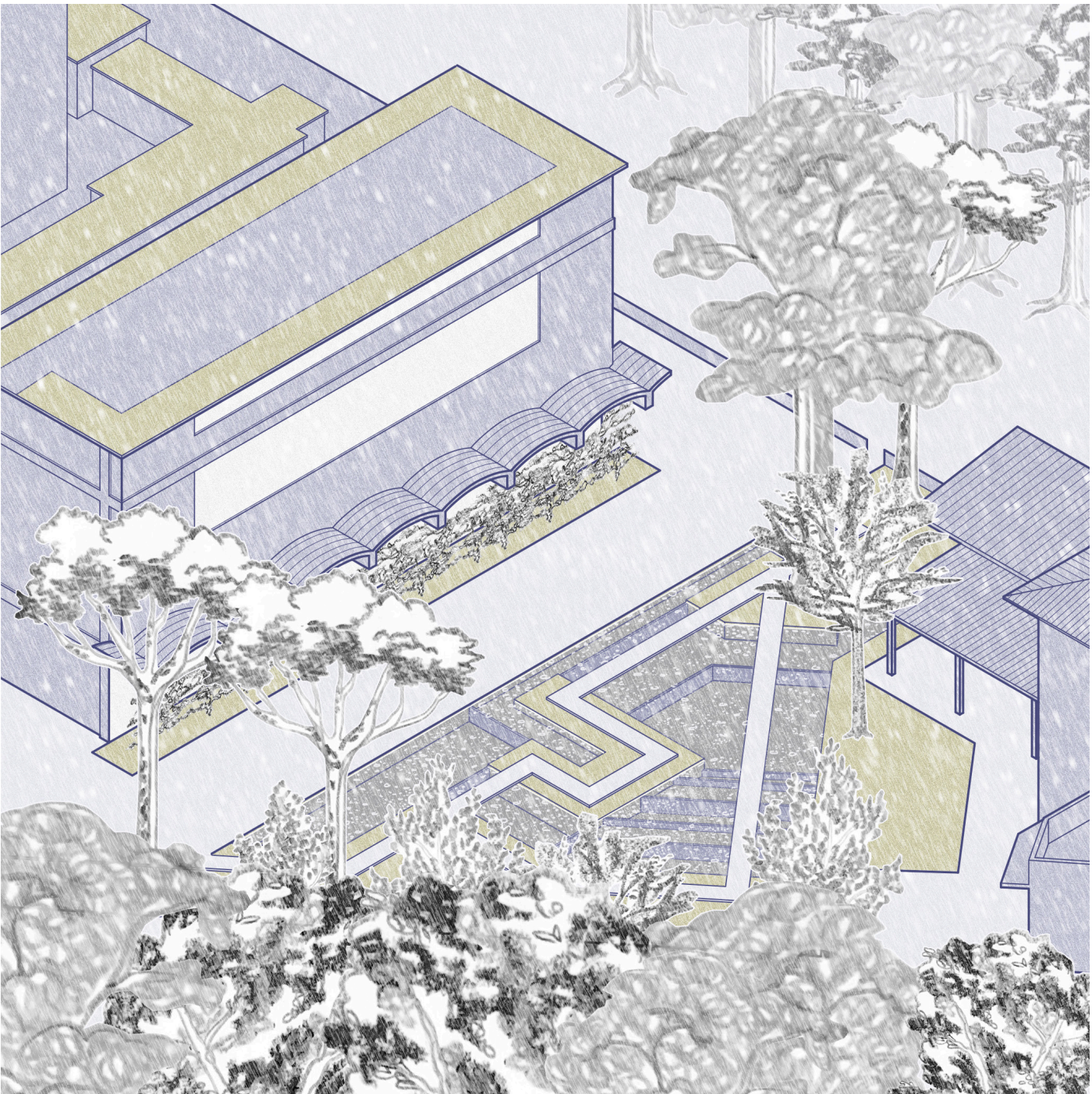


I flussi idrici in uscita sono così distribuiti: 1.400 m³/anno destinati all'irrigazione e 8.270 m³/anno che si infiltrano nel terreno, contribuendo alla reintegrazione della falda.

Condizioni ordinarie



In seguito a eventi di pioggia intensa



4.5.2 RAIN GARDEN

Il progetto prevede la realizzazione di rain garden per gestire in maniera sostenibile gli eventi piovosi, soprattutto considerando che il territorio è sensibile a forti piogge e potenziali alluvioni.

L'intervento ha una funzione sia gestionale, convogliando e infiltrando l'acqua in eccesso, sia educativa, aumentando la consapevolezza della popolazione riguardo al ciclo delle acque e alla gestione delle risorse idriche. Inoltre, il rain garden contribuisce alla biodiversità, ospitando specie vegetali continuando ad essere fruibile per la ricreazione.

In caso di eventi di pioggia intensa l'acqua raccolta che non riesce ad essere raccolta dalle vasche di ritenzione viene ridiretta ai rain garden.

La quantificazione dei flussi idrici mostra che l'area totale dell'isolato, ponderata con i coefficiente di runoff diversi per le superfici, ammonta a 9.690 m².

A seconda dell'intensità dell'evento piovoso, il volume di acqua convogliato è:

194 m³ per un evento moderato da 20 mm,

485 m³ per un evento intenso da 50 mm,

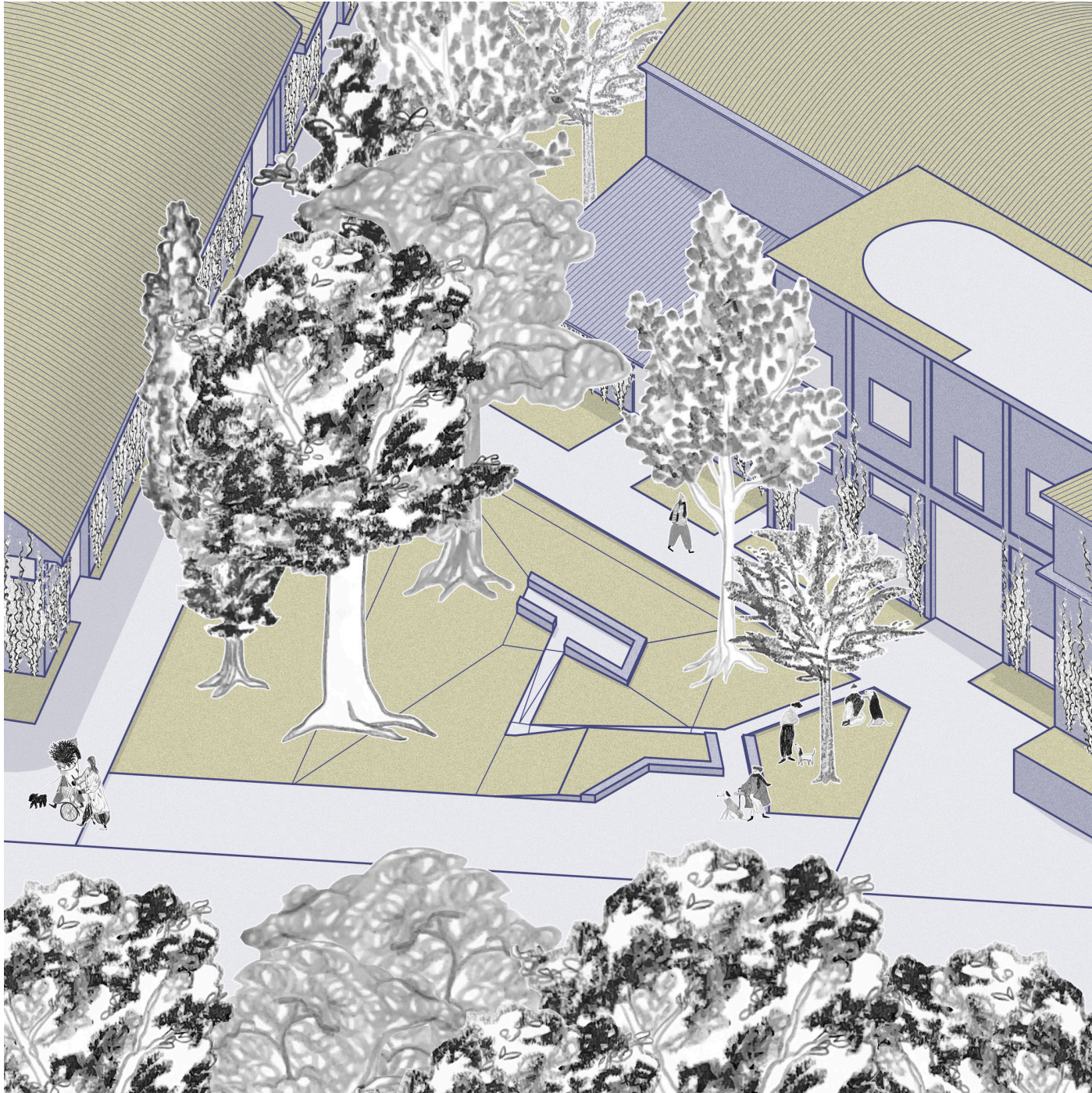
680 m³ per un evento estremo da 70 mm.

La capacità totale di raccolta dei bacini di ritenzione e dei rain garden è di 500 m³, sufficiente a contenere gli eventi più rilevanti.

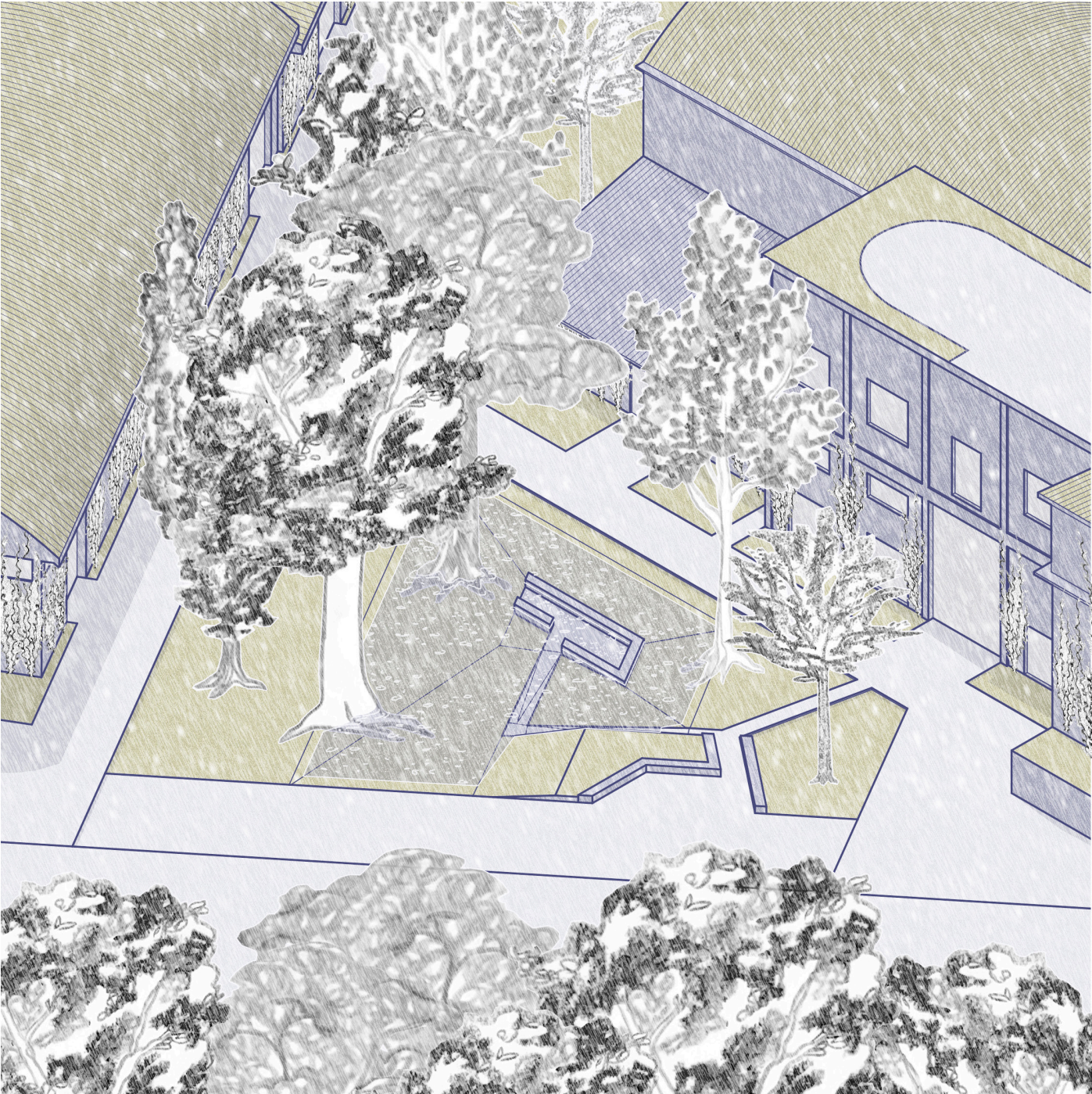
Questo mostra come l'isolato con l'ipotesi di progetto non diventa indipendente dal punto di vista di gestione delle acque, ma alleggerisce in modo considerevole il sistema fognario cittadino.

Nell'area dei rain garden l'acqua viene canalizzata nel giardino solo durante piogge abbondanti; entro circa 10 giorni il giardino ritorna asciutto, permettendo cicli ripetuti di accumulo e drenaggio. Il 90% dell'acqua raccolta viene assorbita attraverso infiltrazione, contribuendo alla reintegrazione della falda.

Condizioni ordinarie



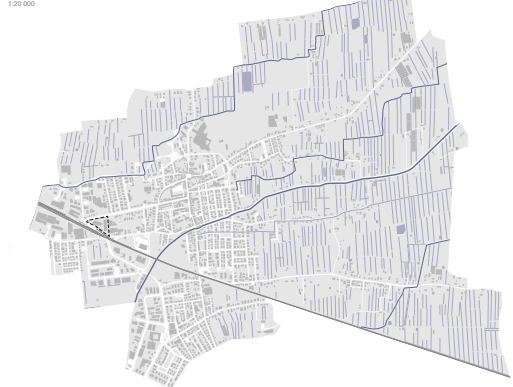
In seguito a eventi di pioggia intensa







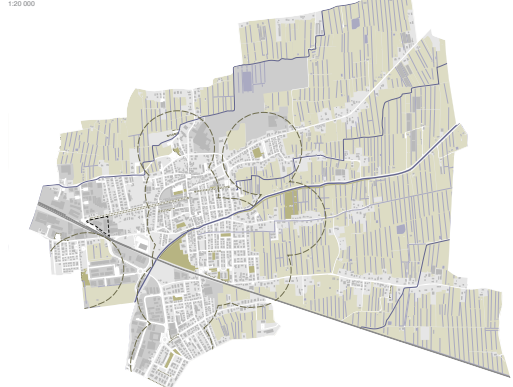
Gambettola, Forlì-Cesena, Emilia Romagna



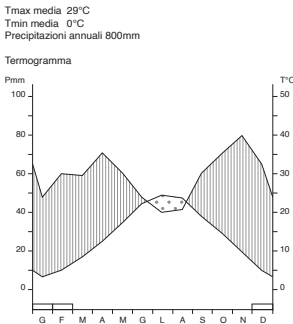
Analisi dello sviluppo storico del costruito



Analisi disponibilità di verde pubblico



Analisi vista dal punto panoramico - collage fotografico



Analisi pedologica

Conoscenza Suoi San Giorgio Itrazoli

Genitorialità: Ambiente di conoche lerazzo intravallu. Superfici antiche che possono aver subito fenomeni successivi di sovraffollamento o collassamenti.

Caratteri Sialologici: Le pendenze variano da 18 a 18,8%. Tipicamente 0,78%; quote tipicamente 27,5 m/s.m.

Suoi presenti nella conoscenza

San Giorgio Itrazoli

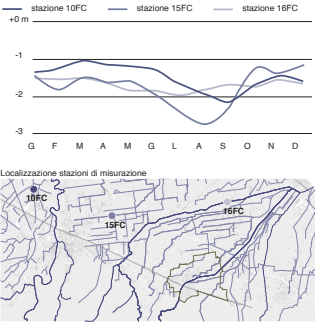
San Giorgio Itrazoli	63%
San Giorgio Itrazoli	10%
San Giorgio Itrazoli	10%
Castell'Alfama Itrazoli	7%
Castell'Alfama Itrazoli	7%
Belatima	7%
Lamione	3%

distribuzione omogenea:
il tipo di intercalare leggermente de-
presso;
nella parte Nord-Ovest e in prossimità
del cono di detriti; di drainaggio;

San Giorgio Itrazoli

Orizzonte	Ap	Bw	Bk
Spiagge (cm)	50	40	1
Schellero (cm)	0	0	0
Argilla (cm)	26	21	16
Sabbia (cm)	0	40	40
pH	8	8,2	8,2
Sostanza org.	1,5	0,7	0,8
	0,268	0,272	0,413

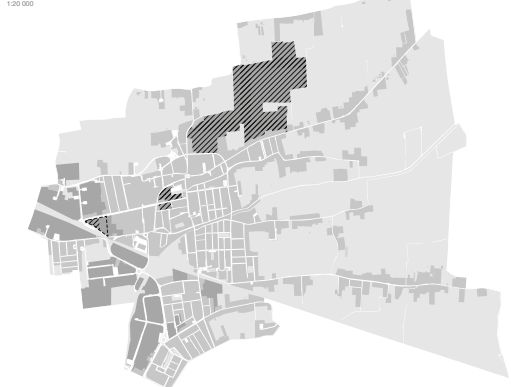
Analisi falda freatica



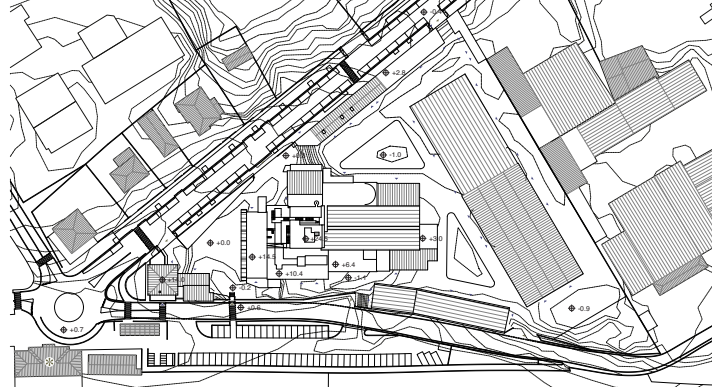
Altimetria sul livello del mare



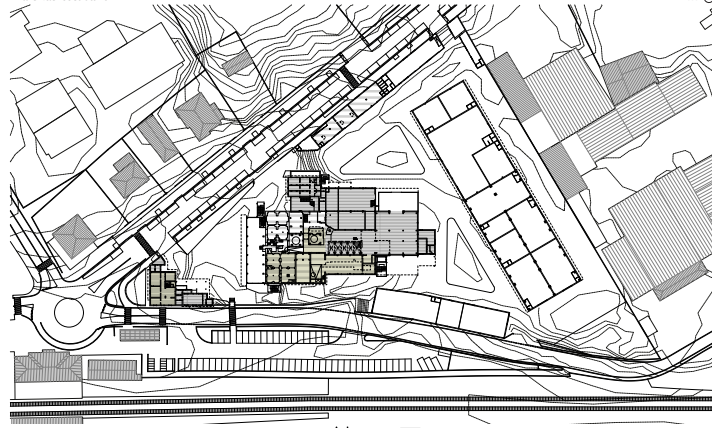
Analisi del costruito



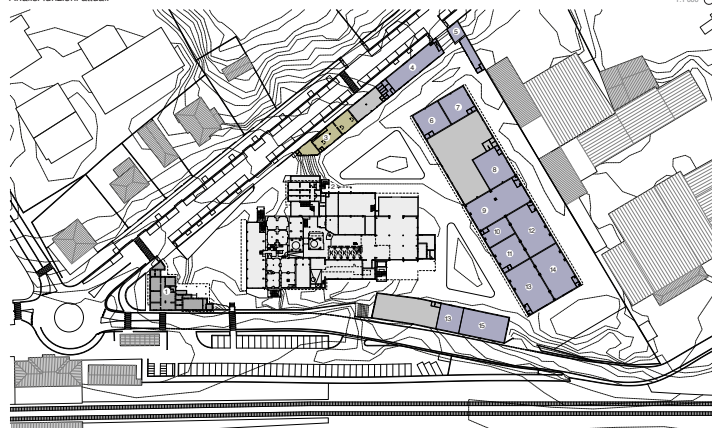
Temperature superficiale - LST



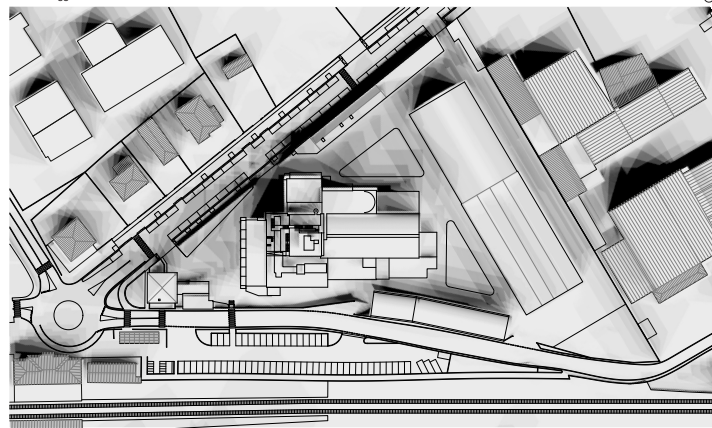
Analisi fasi costruttive



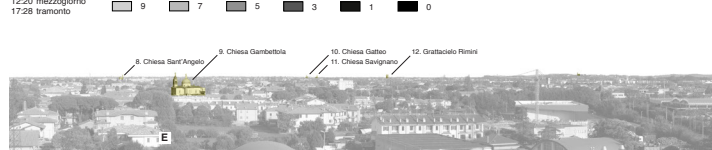
Analisi funzioni attuali



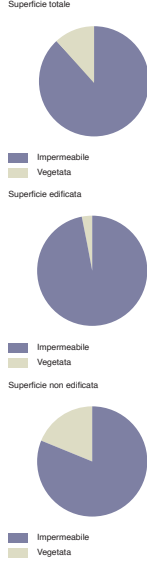
Analisi irraggiamento diretto - data 02.02



728 alba ☐ 10 ☐



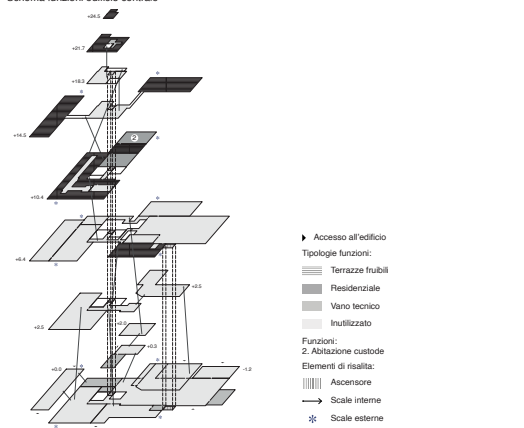
Stato di fatto in numeri



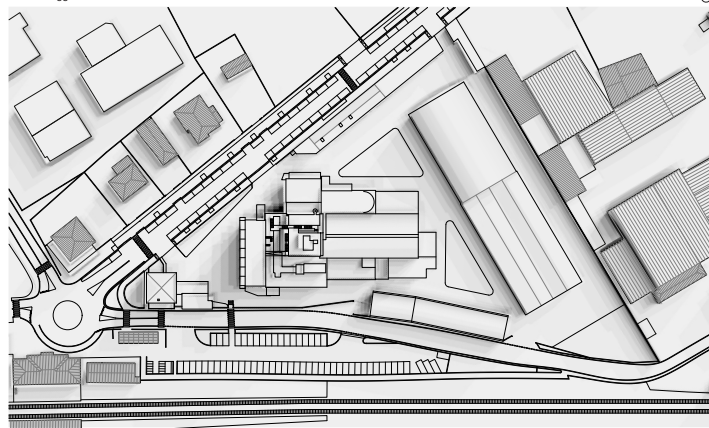
Analisi vista dal punto panoramico - pianta



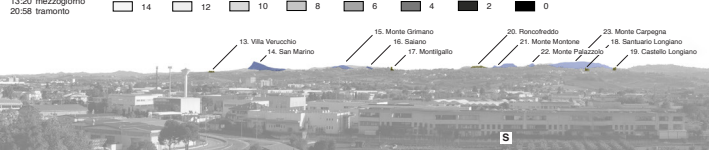
Schema funzioni edificio centrale

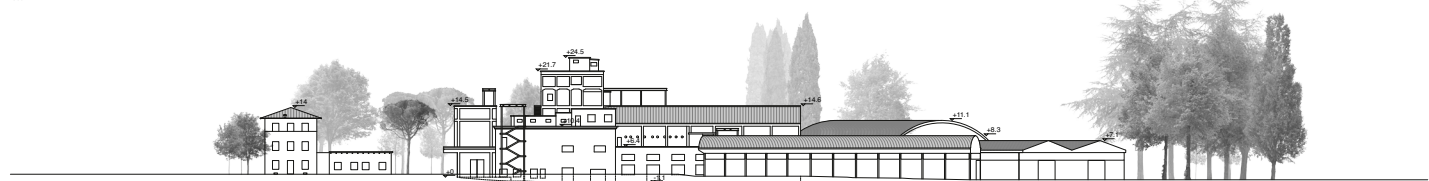


Analisi irraggiamento diretto - data 21.06

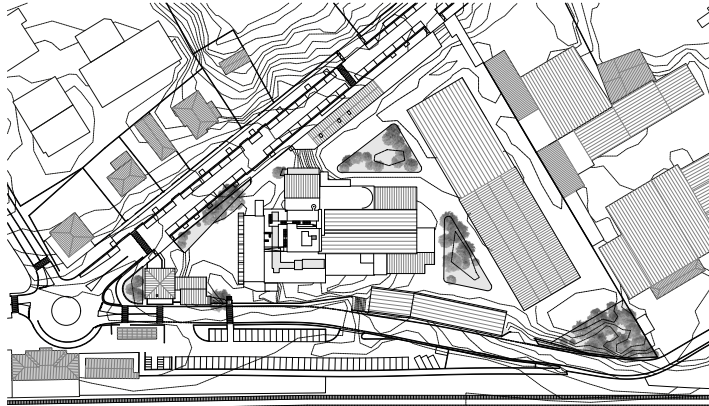


5:28 alba 15

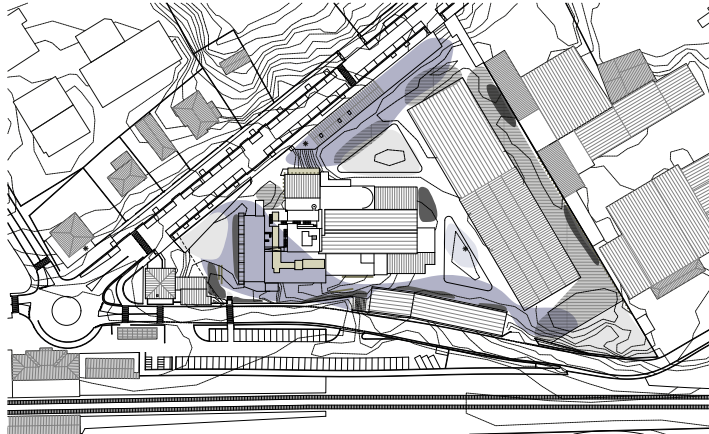




Analisi vegetazione presente



Analisi percettiva dello spazio aperto da parte degli abitanti dell'isolato



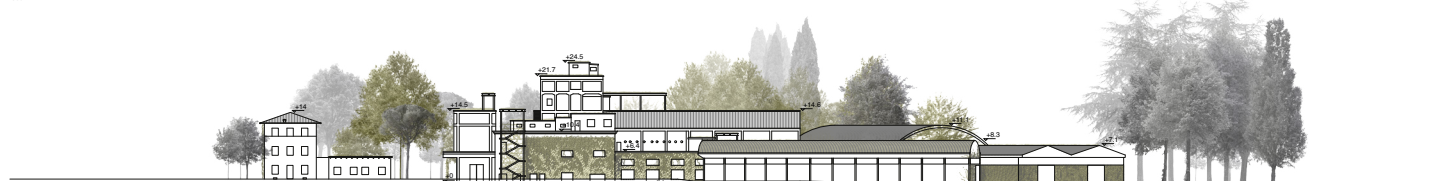
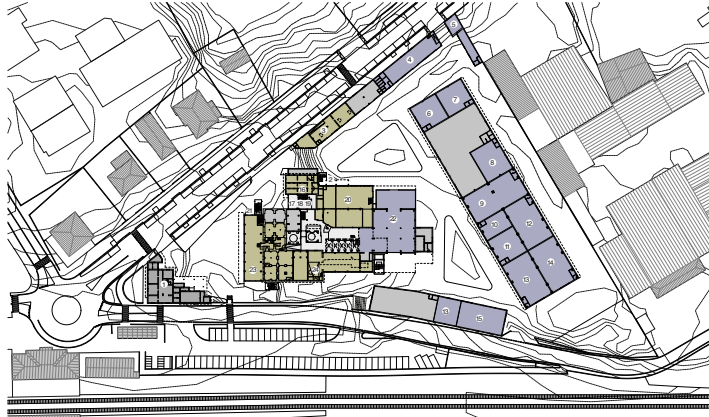
Schemi spazializzazione delle Nature Based Solutions: possibili scenari

Aumentare il benessere sociale degli abitanti dell'isolato

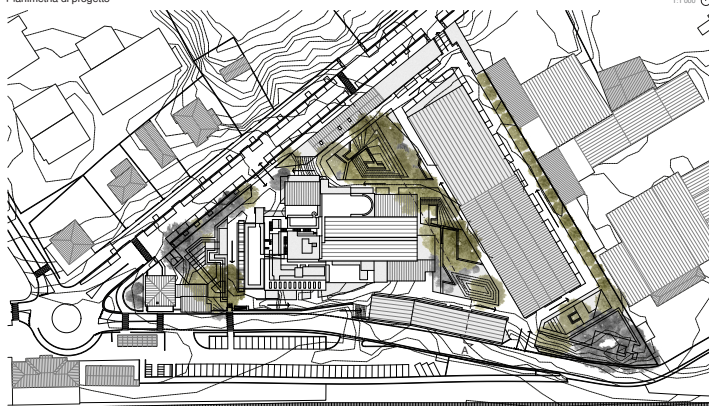
Arricchire la biodiversità



Analisi funzioni progetto di riattivazione edificio centrale



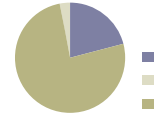
Pianimetria di progetto



Superficie totale



Superficie edificata

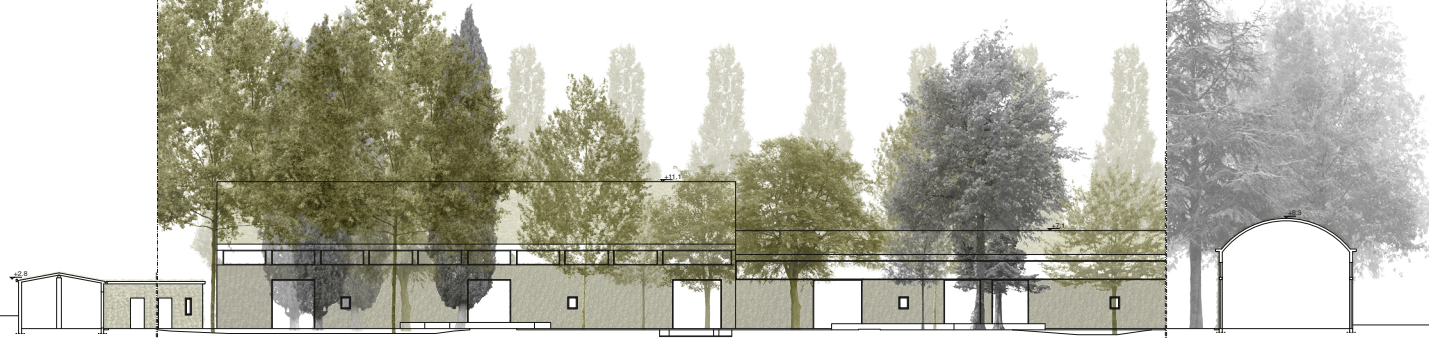


Superficie non edificata

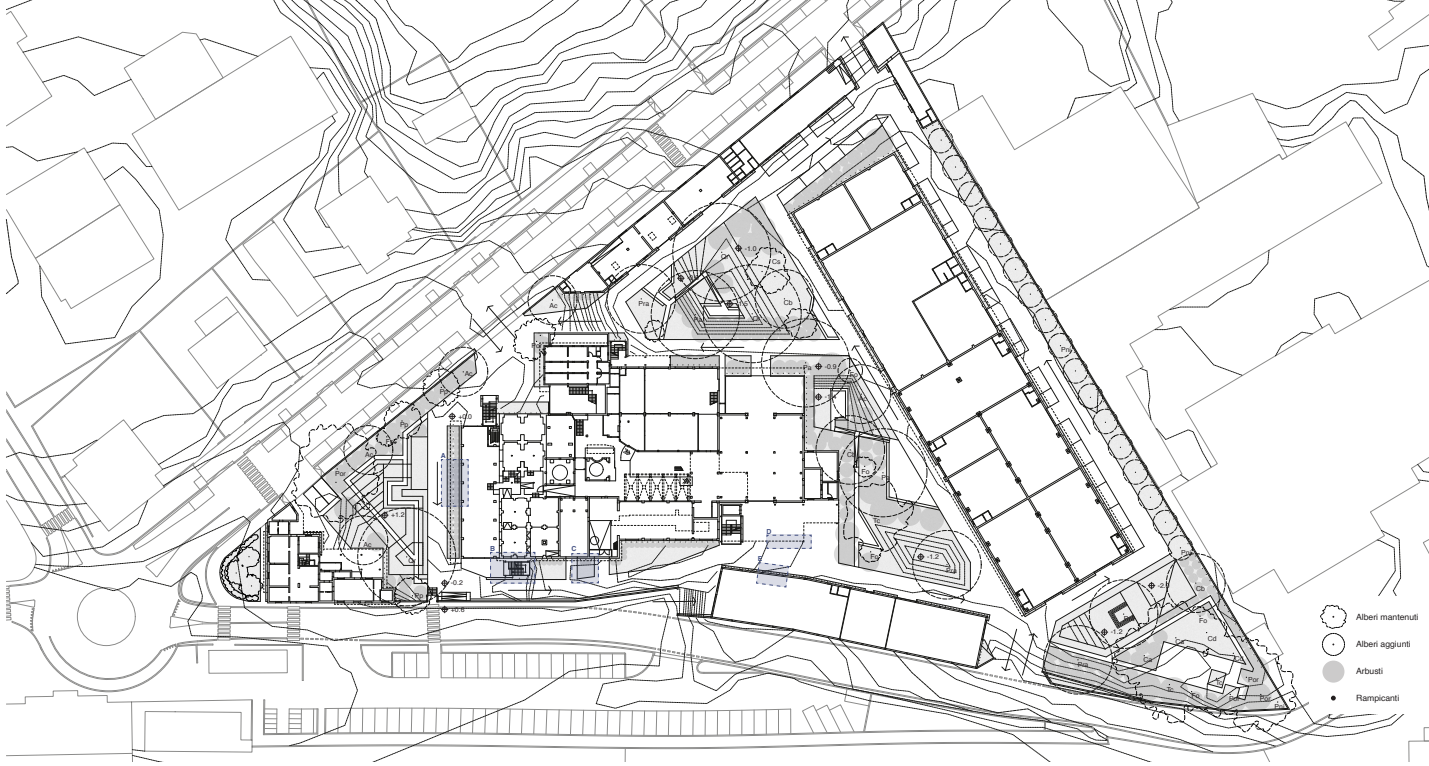


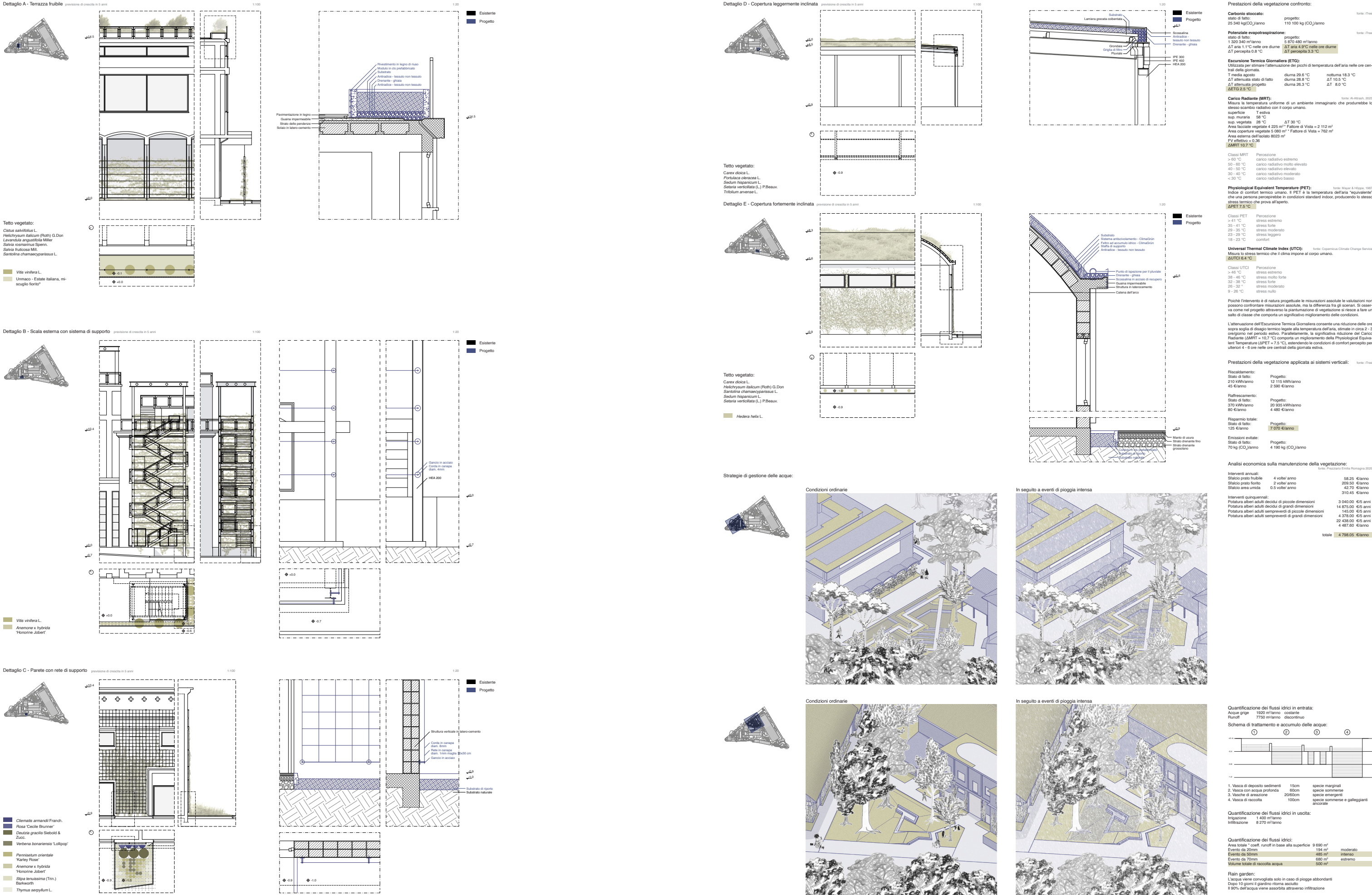
Sezione A - previsione di crescita in 20 anni

1:500



Pianta di progetto







CONCLUSIONI

Questo lavoro ha indagato il potenziale del riuso del costruito produttivo attraverso l'integrazione di sistemi vegetali applicati all'architettura e agli spazi aperti, assumendo come caso studio un isolato a destinazione artigianale nel comune di Gambettola.

L'obiettivo non è stato di proporre un intervento eccezionale, ma di costruire un modello replicabile, capace di dimostrare come anche contesti ordinari e produttivi possano essere trasformati in luoghi più abitabili, resilienti e socialmente attivi.

Il progetto si inserisce all'interno di una riflessione più ampia sul riuso come pratica responsabile, capace di riconoscere il valore materiale, storico e sociale degli edifici esistenti. In questo senso, la scelta di non prevedere demolizioni e di lavorare riducendo le superfici impermeabili, rappresenta una posizione progettuale che privilegia la continuità rispetto alla sostituzione. Il riuso viene qui inteso non solo come strategia tecnica, ma come espressione di attenzione verso le attività già presenti e verso le persone che abitano quotidianamente questi spazi.

Un contributo centrale della tesi riguarda l'applicazione consapevole della vegetazione integrata all'architettura in un contesto produttivo, ambito nel quale tali pratiche risultano ancora poco esplorate.

Il progetto dimostra come sistemi vegetali applicati a facciate, coperture e spazi aperti possano migliorare il comfort microclimatico, supportare la gestione delle acque meteoriche e contribuire alla costruzione di un ambiente di lavoro più sano, senza entrare in conflitto con le esigenze produttive. Allo stesso tempo, la presenza di spazi vegetati condivisi intende favorire la nascita di relazioni sociali e di una dimensione comunitaria, trasformando l'isolato da luogo di lavoro a polo vivo e riconoscibile per il quartiere.

È importante sottolineare che il progetto mantiene un carattere astratto. Le valutazioni relative ai benefici ambientali, come il raffrescamento attraverso l'evapotraspirazione o la riduzione delle isole di calore, si basano su dati di letteratura e su modelli previsionali, non su misurazioni in situ. Inoltre, la proprietà privata dell'isolato, assimilabile a un condominio produttivo, pone questioni legate alla governance e alla necessità di un consenso tra i proprietari, elemento che rappresenta una possibile criticità per la realizzazione dell'intervento. Tuttavia, tali limiti non riducono la validità del progetto come strumento di riflessione e come base per futuri approfondimenti, anche alla luce delle opportunità offer-

te da incentivi pubblici e programmi di finanziamento dedicati alla rigenerazione urbana e all'adattamento climatico.

Il progetto affronta anche il tema della gestione delle acque meteoriche come componente fondamentale della rigenerazione dell'isolato. Attraverso sistemi di raccolta, fitodepurazione e riutilizzo delle acque piovane e grigie, l'intervento contribuisce alla riduzione del carico sulla rete fognaria durante eventi anomali, dimostrando come un ogni isolato urbano possa assumere un ruolo attivo nella mitigazione del rischio idraulico.

Alcune componenti progettuali sono state affrontate a un livello volutamente preliminare e potrebbero costituire oggetto di ulteriori approfondimenti. Per il sistema di fitodepurazione e gestione delle acque piovane, il progetto ne definisce il funzionamento a livello di dimensionamento volumetrico e integrazione spaziale all'interno dell'isolato, dimostrandone la capacità di far fronte a eventi meteorici fino a 50 mm. Tuttavia, la progettazione non è stata spinta fino alla definizione di una selezione vegetale specifica né alla costruzione di una catena trofica completa, aspetti che richiederebbero un approfondimento. Tali elementi rappresentano un naturale sviluppo del lavoro e potrebbero migliorare ulteriormente l'efficienza depurativa, la biodiversità e la resilienza del sistema nel tempo.

L'articolazione del progetto su più scale intende infine dimostrare la fattibilità concreta delle soluzioni proposte. L'utilizzo di tecniche correnti, materiali a basso impatto e sistemi manutentivi programmabili rafforza l'idea che l'integrazione della vegetazione nel costruito non sia un'operazione elitaria, ma una pratica accessibile e applicabile anche in piccoli centri urbani.

Infine sebbene sia stata condotta un'analisi economica dettagliata dei costi di manutenzione della vegetazione, non è stato sviluppato un computo metrico estimativo completo relativo alla realizzazione dell'intero progetto.

In conclusione, questa tesi sostiene che ogni edificio esistente possa essere reinterpretato come infrastruttura ambientale e sociale, capace di ospitare nuove forme di vita, di relazione e di identità. Il caso studio di Gambettola dimostra come tali trasformazioni non siano prerogativa delle grandi metropoli o di interventi ad alta visibilità, ma possano trovare spazio anche in una città di provincia, contribuendo a immaginare un futuro urbano più equo, abitabile e radicato nei luoghi.



BIBLIOGRAFIA

Testi principali di riferimento

Pfoser, N.; et al. Grüne Fassaden. 2024a ed. DETAIL Praxis. Monaco, 2023.

Pfoser, N. Bauwerks-begrünung im Bestand. RM Rudold Müller Medien Gmbh & Co. Colonia, 2025

Storia della vegetazione applicata agli edifici

Abass, F, L H Ismail, I A Wahab, e A A Elgadi. «A Review of Green Roof: Definition, History, Evolution and Functions». IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 713, fasc. 1 (2020): 012048.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/713/1/012048>

«Bauhaus Architecture and Facade Greening». Consultato 24 settembre 2025.
<https://www.fassadengruen.de/en/bauhaus-modern-building.html>

Jim, C.Y. «An Archaeological and Historical Exploration of the Origins of Green Roofs». Urban Forestry & Urban Greening 27 (ottobre 2017): 32–42.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.014>

Jim, C.Y. «Green Roof Evolution through Exemplars: Germinal Prototypes to Modern Variants». Sustainable Cities and Society 35 (novembre 2017): 69–82.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.001>

Köhler, M. «Green Facades—a View Back and Some Visions». Urban Ecosystems 11, fasc. 4 (2008): 423–36.
<https://doi.org/10.1007/s11252-008-0063-x>

Sawyer, P., 1997. The Oxford Illustrated History of the Vikings. Oxford University Press, Oxford.

Condello, A. (2014). The architecture of luxury. Farnham, UK: Ashgate. Cumo, F., Rosa, F., Calcagnini, L., & Vivio, B. (2012).

Dunnet, N., & Kingsbury, N. (2008). Planting green roofs and living walls (revised edition). Portland, OR: Timber Press.

Köhler, M., & Keely, M. (2005). Berlin: Green roof technology and policy development. Green roofs: Ecological design and construction, . Atglen, PA: Schiffer, 108–112.

Muthesius, H.: Das englische Haus. Berlin, 1904

Tosco, C. Storia dei Giardini. Dalla Bibbia al giardino all’italiana.

Ot Hoffmann

Friedensreich Hundertwasser

Roberto Burle Marx

Le vie della civiltà. Il Mulino, 2021.

Stylepark. «DAM in Frankfurt: “Greening the City” Shows Green Architecture». Consultato 24 settembre 2025.
<https://www.stylepark.com/en/news/green-exhibition-architecture-facade-roof>

«The pioneers: Tree House, Darmstadt 1970 : Ot Hoffmann». Biotope City Journal, 11 settembre 2017.
<https://biotope-city.net/english-the-pioneers-tree-house-darmstadt-1970-ott-hoffmann/>

#SOSBRUTALISM. «Tree House». Consultato 24 settembre 2025.
<http://www.sosbrutalism.org/sixcms/detail.php?id=16530712>

Chiavoni, E. «Architecture, Colour and Images. Ideas and Designs by Friedensreich Hundertwasser». Proceedings of the International and Interdisciplinary Conference, Brixen, Italy; 28 November 2017, 953.
<https://doi.org/10.3390/proceedings1090953>

«Hundertwasser - Original Texts and Manifestos». Consultato 24 settembre 2025.
https://hundertwasser.com/en/texts/original_texts_and_manifestos

Kraftl, P. «Living in an Artwork: The Extraordinary Geographies of the Hundertwasser-Haus, 1 Vienna». Cultural Geographies 16, fasc. 1 (2009): 111–34.
<https://doi.org/10.1177/1474474008097982>

Rand, H. Hundertwasser. Taschen, 1992.

Stratonova, L M. «Friedensreich Hundertwasser and His “Green Architecture”». IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1079, fasc. 3 (2021): 032010.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1079/3/032010>

Chan, K. «Roberto Burle Marx: Um mestre muito além do paisagista modernista». ArchDaily Brasil, 4 agosto 2016.
<https://www.archdaily.com.br/br/792669/roberto-burle-marx-um-mestre-muito-alem-do-paisagista-modernista>

Ferreira, D. B. «Lessons from Roberto Burle Marx: Designing Resilient and Evolving Urban Landscapes». ArchDaily, 13 settembre 2024.
<https://www.archdaily.com/1020627/lessons-from-roberto-burle-marx-designing-resilient-and-evolving-urban-landscapes>

Vissilia, A.M., e Neratzia, J. The Vertical Gardens of Roberto Burle Marx: An Artistic Expression. EDIFIR - Edizioni Firenze, 2016.
<http://hephaestus.nup.ac.cy/handle/11728/7599>

Agnelli, P., D. Russo, e A. Martinoli. Linee guida per la conservazione dei Chiroterri nelle costruzioni antropiche e la risoluzione degli aspetti conflittuali connessi. 2008.

Baraldi, R, C. Chieco, L. Neri, et al. «An Integrated Study on Air Mitigation Potential of Urban Vegetation: From a Multi-Trait Approach to Modeling». Urban Forestry & Urban Greening 41 (maggio 2019): 127–38.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.020>

Cariñanos, Paloma, e Marinangeli. «An Updated Proposal of the Potential Allergenicity of 150 Ornamental Trees and Shrubs in Mediterranean Cities». Urban Forestry & Urban Greening 63 (agosto 2021): 127218.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127218>

Cohen-Shacham, E., Andrade A., Dalton J., et al. «Core Principles for Successfully Implementing and Upscaling Nature-Based Solutions». Environmental Science & Policy 98 (agosto 2019): 20–29.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>

Corada, K., Woodward H., Alaraj H., Collins M., e De Nazelle A. «A Systematic Review of the Leaf Traits Considered to Contribute to Removal of Airborne Particulate Matter Pollution in Urban Areas». Environmental Pollution 269 (gennaio 2021): 116104.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116104>

Croeser, T., Garrard G., Sharma R., Ossola A., e Bekessy S. «Choosing the Right Nature-Based Solutions to Meet Diverse Urban Challenges». Urban Forestry & Urban Greening 65 (novembre 2021): 127337.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127337>

Dettmar, J.; Pfoser, N.; Sieber, S.: Relazione di esperti sull'inverdimento delle facciate. Darmstadt 2016
https://dontwastemy.energy/wp-content/uploads/2020/01/gutachten_fassadenbegruenung.pdf

Donkersley, P, Witchalls S., Bloom E. H., e Crowder D. W. «A Little Does a Lot: Can Small-Scale Planting for Pollinators Make a Difference?» Agriculture, Ecosystems & Environment 343 (febbraio 2023): 108254.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108254>

Fcieem, D., e Snigdha J. «The ‘Cool Towns’ Project: Using Green/Blue Infrastructure to Reduce Heat Stress in Public Open Spaces». Institute Of Ecology And Environmental Management In-Practice, fasc. 105 (2019).

Gorbachevskaya, O.; Schreiter, H.; Kappis, C.: Filtro polveri sottili potenziale piante, 2007

«Girni estivi I Indicatori ambientali». Consultato 1 ottobre 2025.
<https://indicatoriambientali.isprambiente.it/it/clima/giorni-estivi>

Kabisch, N., Frantzeskaki N., Pauleit S., et al. «Nature-Based Solutions to Climate Change Mitigation and Adaptation in Urban Areas: Perspectives on Indicators, Knowledge Gaps, Barriers, and Opportunities for Action». Ecology and Society 21, fasc. 2 (2016): art39.
<https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239>

Kaiser, D. ; Köhler, M.; Schmidt, M.; Wolf, F.: Aumento dell’evapotraspirazione su tetti verdi estesi modificando le profondità del substrato, costruzione e irrigazione aggiuntiva. Edifici 9 (2019), pp. 173

Kaiser, M.: Raffreddare con l’acqua piovana. In: Energia rinnovabile 2 (2008)

Karlsson, M.; Ziebarth, N.: Effetti sulla salute della popolazione e costi legati alla salute delle temperature estreme: prove complete per la Germania. In: Journal of Environmental Economics and Management 91 (2018), pp. 93-117

Kießl, K. ; Rath, J. ; Gertis, K. Effetti dell’inverdimento della facciata sull’equilibrio di calore e umidità delle pareti esterne e sul rischio di danni. Rapporto di ricerca edilizia. Stoccarda: Istituto Fraunhofer di fisica delle costruzioni, 1989

Köhler, M. Inverdimento di facciate e tetti. Stoccarda: Libro tecnico di Ulm, 1993

Köhler, M.; Malorny, W.: Protezione termica attraverso tetti verdi estensivi. In: Calendario europeo di ristrutturazione 2009. A cura di: Venzmer, H. Berlino: Beuth, 2009, pag. 195-212

Köhler, M.; Nistor, C. R. Verde legato alle pareti - Quantificazione di un nuovo metodo di costruzione dell'architettura climatica. Neubrandenburg: Società di ricerca Sviluppo del paesaggio E. V. (FLL), 2015

Kowarik, I. «Urban Biodiversity, Ecosystems and the City. Insights from 50 Years of the Berlin School of Urban Ecology». *Landscape and Urban Planning* 240 (dicembre 2023): 104877.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104877>

Kunstmann, H.; Dietrich, F.: Determinazione metrologica dell'isolamento acustico di una parete antirumore di tipo "compacta" della ditta Helix-Pflanzensysteme GmbH. Perizia. Berlino: Associazione federale Gebäude-Grün e. (BuGG), 2009

Lee, S., e Youngchul K. «A Framework of Biophilic Urbanism for Improving Climate Change Adaptability in Urban Environments». *Urban Forestry & Urban Greening* 61 (giugno 2021): 127104.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127104>

Liesecke, H. J. Indagini sulla ritenzione idrica di tetti piani estensivamente verdi. *Zeitschrift für Vegetationstechnik* 2 (1988), pp. 56-66

Ludwig, K. Piante rampicanti. Selezione, piantagione, cura. Monaco di Baviera: BLV, 1994

Renaud M., Freeman C., e Aryal J. «Mapping Private Gardens in Urban Areas Using Object-Oriented Techniques and Very High-Resolution Satellite Imagery». *Landscape and Urban Planning* 81, fasc. 3 (2007): 179–92.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.11.009>

May, H.: Donatore di vita autunnale. Non potare l'edera in fiore online. Berlino: NABU, 2024.
<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pflanzen/pflanzenwissen/11635.html>

Mimet, A., Kerbiriou C., Simon L., Julien J-F., e Raymond R. «Contribution of Private Gardens to Habitat Availability, Connectivity and Conservation of the Common Pipistrelle in Paris». *Landscape and Urban Planning* 193 (gennaio 2020): 103671.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103671>

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica. «Domande frequenti sui pipistrelli (FAQ)». Consultato 26 settembre 2025.
<https://www.mase.gov.it/portale/domande-frequenti-sui-pipistrelli-faq->

Minke, G. Végétaliser son toit, de la conception à la réalisation. 5a ed. Terre Vivante, Mens, France. 2022.

Moxon, S., Webb J, Semertzi A., e Samangooei M. «Wild Ways: A Scoping Review to Understand Urban-Rewilding Behaviour in Relation to Adaptations to Private Gardens». *Cities & Health* 7, fasc. 5 (2023): 888–902.
<https://doi.org/10.1080/23748834.2023.2218016>

Muratet, A., e Fontaine B.. «Contrasting Impacts of Pesticides on Butterflies and Bumblebees in Private Gardens in France». *Biological Conservation* 182 (febbraio 2015): 148–54.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.045>

Pérez, G., O'Leary B.C., Allegri E., et al. «A Conceptual Framework to Help Choose Appropriate Blue Nature-Based Solutions». *Journal of Environmental Management* 352 (febbraio 2024): 119936.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119936>

Pfoser, N.: Vertikale Begründung, Fachbibliothek Grün, Eugen Ulmer Verlag. Stoccarda, 2018

Pfoser, N.: Perché inverdire gli edifici? Motivazione dal punto di vista dei pianificatori, dei responsabili della manutenzione e dell'utilizzatore. In: *Nuovo paesaggio* 12 (2015), pag. 23-27

Pfoser, N.: Facciata e piante. Potenzialità di un nuovo design della facciata, tesi. Darmstadt: Università Tecnica di Darmstadt, 2016
https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/5587/1/Dissertation_Pfoser.pdf

Schaft, B.; Pitha, U.; Trimmel, H.: performance termiche dei tetti verdi. Copenaghen, 2012
https://www.academia.edu/6649533/Thermal_performance_of_green_roofs

Schmidt, M.: Strategie di risparmio energetico attraverso l'inverdimento degli edifici. L'esempio dell'Istituto di Fisica dell'Università Humboldt di Berlino-Adlershof, Germania.
http://www.rio12.com/rio3/proceedings/RI03_481_M_Schmidt.pdf

Snep, R. «Urban Industrial Areas as Ecological Potential». *Biotope City Journal*, 22 aprile 2023.
<https://biotope-city.net/en/urban-industrial-areas-as-ecological-potential/>

Tedesco, S., Montacchini E., Giordano R., e Larcher F. Green walls as Nature-Based Solutions for urban and building resilience: A case study.

Sostenibilità sociale

Teixeira, C. P., Oliveira Fernandes C., e Ahern J.. «Adaptive Planting Design and Management Framework for Urban Climate Change Adaptation and Mitigation». *Urban Forestry & Urban Greening* 70 (aprile 2022): 127548.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127548>

Toreti, A., e Desiato F.. «Changes in Temperature Extremes over Italy in the Last 44 Years». *International Journal of Climatology* 28, fasc. 6 (2008): 733–45.

<https://doi.org/10.1002/joc.1576>

Oudolf, P.; Gerritsen, H. *Dream plants for the natural garden*. 5a ed. Frances Lincoln Limited. Londra, 2014

Valappil, A.K.; Kumar, P.; Gallagher, J.; McNabola, A.: *Green infrastructure per l'abbattimento dell'inquinamento atmosferico*. 2017

Vieira Mejía, C., Shirotova L., e Fernando Marques De Almeida I. «Green Infrastructure and German Landscape Planning: A Comparison of Approaches». *Urbani Izziv* 26, fasc. supplement (2015).

<https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-002>

«Woontoren Tic Tac Toe». DS landschapsarchitecten, s.d. Consultato 25 settembre 2025.

<https://www.ds.nl/projecten/tic-tac-toe-woontoren-zuidas-amsterdam/>

World Bank. «A Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban Resilience». 2021.

Yang, Y., Ignatieva M., Gaynor A., e Chundi C. «Urban Biodiversity in Design: Insights into the Debate on Native versus Non-Native Plants and Bees in Western Australia». *Urban Forestry & Urban Greening* 98 (agosto 2024): 128391.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128391>

Chiesi, L., e Costa P. «Small Green Spaces in Dense Cities: An Exploratory Study of Perception and Use in Florence, Italy». *Sustainability* 14, fasc. 7 (2022): 4105.

<https://doi.org/10.3390/su14074105>

Van Heezik, Y. M., Dickinson K. J. M., e Freeman C.. «Closing the Gap: Communicating to Change Gardening Practices in Support of Native Biodiversity in Urban Private Gardens». *Ecology and Society* 17, fasc. 1 (2012): art34.

<https://doi.org/10.5751/ES-04712-170134>

Sostenibilità economica

Chee, Y. «An Ecological Perspective on the Valuation of Ecosystem Services». *Biological Conservation* 120, fasc. 4 (2004): 549–65.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.028>

Daily, G. C. «What Are Ecosystem Services?» *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* 1, fasc. 1 (1997).

«Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Normattiva». Consultato 29 settembre 2025.

<https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-00-00;152~art155>

EU. «Taxonomy User Guide». European Union, s.d.

European Commission - European Commission. «EU Taxonomy Navigator». Text. Consultato 29 settembre 2025.

<https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/>

Salles, J. M. «Valuing Biodiversity and Ecosystem Services: Why Put Economic Values on Nature?» *Comptes Rendus. Biologies* 334, fasc. 5–6 (2011): 469–82.

<https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.03.008>

Konig, H.; Kohler, N.; Kreißig, J.; Lützkendorf, T.: *Analisi del ciclo di vita nella pianificazione degli edifici*. Monaco: DETAIL, 2009

Pulselli, R. M., N. Patrizi, F. M. Pulselli, e S. Bastianoni. «A Sustainability Evaluation of Vertical Greenery Systems Based on Emergy». 5 settembre 2012, 229–38.

<https://doi.org/10.2495/ARC120211>

Recupero delle ex industrie

Marocco, M, V. «Recupero di archeologie industriali». Politecnico di Torino, 2017.

Zazzero, E. «La rigenerazione sostenibile di una zona industriale». Edizioni SUT - Sustainable Urban Transformation, Università degli Studi di Chieti-Pescara, 7 aprile 2011.

<http://www.ecowebtown.it>

Community garden e progetti partecipati

Casazza, C., e Pianigiani S.. «Bottom-Up and Top Down Approaches for Urban Agriculture». *Civil Engineering and Urban Planning: An International Journal (CiVEJ)* 3, fasc. 2 (2016): 49–31.

<https://doi.org/10.5121/civej.2016.3204>

Mora, A., e Garda E. *L'esperienza dei giardini condivisi a Milano tra pratiche di riuso informale e governo dei processi urbani*.

Spazi residuali	Chang, M., Clemente Piccinini L., e Droli M. The «Third Landscape» of Clément: Re-naturalization or Reappropriation? 2018.			«Il quartiere Holzmarkt – Panoramica e prospettive I Holzmarkt 25». 17 maggio 2021. Consultato 3 gennaio 2026. https://www.holzmarkt.com/das-holzmarktquartier
	Ciavarella, F. «Ripartire dai Piccoli Spazi Urbani – Ovvero il fascino discreto degli Spazi residuali». Paesaggio Urbano, febbraio 2018, 146–49.	Rotterdam		Rotterdamse Dakendagen. «Home». Consultato 3 gennaio 2026. https://rotterdamsedakendagen.nl/
	Coccia, L., e Gabbianelli A., a c. di. Riciclasì capannoni. I edizione. Aracne, 2015.	Ex S.I.C.L.I. Gambettola		«Cementificio Società Italiana Cementisti e Leganti Idraulici, FC, Gambettola, viale Carducci»,. Consultato 3 gennaio 2026. http://bbcc.regione.emilia-romagna.it/pater/loadcard.do?id_card=187788
	Gabbianelli, A. Spazi residuali: la vegetazione nei processi di rigenerazione urbana. GOTOECO, 2017.			«Cementificio Società Italiana Cementisti e Leganti Idraulici (Gambettola)». Consultato 3 gennaio 2026. http://catalogo.beniculturali.it/detail/ibc/ArchitecturalOrLandscapeHeritage/187788
Privately Owned Public Spaces	Gašparović, S., Tihomir J., e Zejnulla R.. «Urban Planning Criteria for Defining Privately Owned Public Spaces (POPS)». Prostor 31, fasc. 1(65) (2023): 112–27. https://doi.org/10.31522/p.31.1(65).10	Indicatori del microclima		Al-Atrash, Farah Z., e Athar Al-Ayyoub. «Evaluating Urban Outdoor Thermal Comfort in Jabal Al Natheef Amman». Sustainability 15, fasc. 5 (2023): 4092. https://doi.org/10.3390/su15054092
	Lee, D. «Whose Space Is Privately Owned Public Space? Exclusion, Underuse and the Lack of Knowledge and Awareness». Urban Research & Practice 15, fasc. 3 (2022): 366–80. https://doi.org/10.1080/17535069.2020.1815828			Höppe, P. «The Physiological Equivalent Temperature - a Universal Index for the Biometeorological Assessment of the Thermal Environment». International Journal of Biometeorology 43, fasc. 2 (1999): 71–75. https://doi.org/10.1007/s004840050118
Biotope City	Fassbinder, H. «Biotope City Concept». Biotope City Journal. Consultato 25 settembre 2025. https://biotope-city.net/en/concept/			«Thermal Comfort Indices - Universal Thermal Climate Index, 1979-2020». Consultato 18 gennaio 2026. https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/indicators/thermal-comfort-indices-universal-thermal-climate-index-1979-2019
Amsterdam	Gemeente Amsterdam. «Geveltuin aanvragen». Webpagina. Amsterdam.nl. Consultato 3 gennaio 2026. https://www.amsterdam.nl/leefomgeving/groen/geveltuin-aanvragen/			
Vienna	«Fassadenbegrünung am Privatgrundstück - Förderungsantrag». Consultato 31 gennaio 2026. https://www.wien.gv.at/amtswege/fassadenbegruenung-privatgrundstueck			
	Pfoser, N. Bauwerks-begrünung im Bestand. RM Rudold Müller Medien GmbH & Co. Colonia, 2025			
	Schaft, B.; Pitha, U.; Trimmel, H.: performance termiche dei tetti verdi. Copenhagen, 2012 https://www.academia.edu/6649533/Thermal_performance_of_green_roofs			
Parigi	«Paris jardine». Consultato 31 gennaio 2026. https://www.paris.fr/dossiers/paris-jardine-58			
Berlino	«Holzmarkt 25». Consultato 3 gennaio 2026. https://www.o-ps.com/project/holzmarkt-25			

ICONOGRAFIA

pag . 2	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 4 novembre 2025
pag . 8	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 22 dicembre 2024
pag . 10	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 9 ottobre 2025
pag . 12	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 9 ottobre 2025
pag . 17	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 19 aprile 2025
pag . 19	fig . 1	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12038391
	fig . 2	https://pompeiribelle.wordpress.com/author/pompeiribelle/
pag . 20	fig . 3	Tosco, C. Storia dei Giardini. Dalla Bibbia al giardino all'italiana. Le vie della civiltà. Il Mulino, 2021.
	fig . 4	https://en.wikipedia.org/wiki/Guinigi_Tower
pag . 22	fig . 5	https://www.dabonline.de/baukultur/oekomoderne-pionierbauten-vom-baumhaus-zum-solarhaus
pag . 23	fig . 6	Rand, H. Hundertwasser. Taschen, 1992.
	fig . 7	Rand, H. Hundertwasser. Taschen, 1992.
pag . 24	fig . 8	Rand, H. Hundertwasser. Taschen, 1992.
pag . 25	fig . 9	https://it.yougardener.com/guide/i-giardini-di-burle-marx
pag . 27	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 19 aprile 2025
pag . 41	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 19 aprile 2025
pag . 44	fig . 10	Foto dell'isolato di progetto - 7 giugno 2025
	fig . 11	Foto dell'isolato di progetto - 7 giugno 2025
	fig . 12	Foto dell'isolato di progetto - 7 giugno 2025
	fig . 13	Foto dell'isolato di progetto - 7 giugno 2025
pag . 45	fig . 14	Pfoser, Nicole, et al. Grüne Fassaden. 2024a ed. DETAIL Praxis. Monaco, 2023.
	fig . 15	Google Street View, 2021
	fig . 16	Foto dell'isolato di progetto - 6 settembre 2025
pag . 46	fig . 17	https://www.o-ps.com/project/holzmarkt-25
pag . 49	fig . /	Foto dell'autrice - 19 aprile 2025
pag . 67	fig . /	Google Earth, 2025
pag . 80	fig . 18	Tartagni 1928
	fig . 19	Tartagni 1944
	fig . 20	Tartagni 1948
	fig . 21	Tartagni 1948
	fig . 22	Tartagni 1955
	fig . 23	Tartagni 1955
	fig . 24	Tartagni 1956
	fig . 25	Tartagni 1959
pag . 90	fig . 26	Foto dell'isolato di progetto - 3 ottobre 2025
pag . 142	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 31 ottobre 2025
pag . 151	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 31 ottobre 2025
pag . 155	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 4 novembre 2025
pag . 167	fig . /	Foto dell'isolato di progetto - 19 aprile 2025

