

POLITECNICO DI MILANO
Polo regionale di Lecco
Facoltà di Ingegneria Edile Architettura (VI Facoltà)
Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Edile - Architettura



LA “FABBRICA DEL SAPERE”

Una città officina di cultura fra le mura delle
ex-Fonderie Riunite di Modena

Relatore : Arch. MALIGHETTI Laura
Co-relatore : Ing. SESANA Marta Maria
Ing. MASERA Gabriele
Ing. MAZZUCHELLI Enrico

Tesi di laurea di : Perrine FAVIER matr. 735398
Adrien PETIT matr. 735537
Nicolas SAVAUX matr. 735507

Anno accademico 2009-2010

Indice generale

Parte I : Analisi

Capitolo 1 Inquadramento territoriale

1.1 Individuazione dell' area	5
1.2 Analisi della viabilità	6
1.3 Analisi del contesto a livello di città	9
1.4 Analisi del contesto a livello di quartiere	11
1.5 Analisi climatiche	13
1.6 Analisi demografiche	17

Capitolo 2 Il contesto storico

2.1 Storia di Modena	23
2.2 Storia dell'industria modenese	27
2.3 Storia dell'edificio	31

Capitolo 3 Rilievo dello stato di fatto

3.1 Rilievo fotografico	41
3.2 Rilievo geometrico-materico	75
3.3 Rilievo tecnologico	77
3.4 Rilievo del degrado	101

Capitolo 4 Un consorzio per un ex-edificio industriale

4.1 Il tema del riuso delle aree industriali dismesse	143
4.2 Casi di studio	147
4.3 Il processo partecipativo	160
4.4 Il concorso	166

Parte II : Progetto

Capitolo 5 Processo preliminare alla progettazione

5.1 FDOM	175
5.2 Scelta delle funzioni da insediare	177
5.3 Riferimenti progettuali	179
5.4 Metaprogettazione funzionale	186
5.5 Metaprogettazione funzionale spaziale	191
5.6 Il DAST definitivo	195

Capitolo 6 Il progetto architettonico

6.1 Il Masterplan	201
6.2 Strategie di progetto	207
6.3 Il progetto funzionale	210
6.4 Scelte architettoniche	215
6.5 La flessibilità	219
6.6 Verifiche delle normative : accessibilità e antincendio	224

Capitolo 7 Il progetto tecnologico

7.1 Le scelte generali	231
7.2 Schede delle verifiche prestazionali	235
7.3 La strategia di riqualificazione dell'esistente	267
7.4 La doppia pelle dell'auditorium	269
7.5 Strategia innovativa e adattativa delle scatole	271

Parte III : Approfondimenti

Capitolo 8 Il progetto impiantistico ed ambientale

8.1 Obiettivi e potenzialità del progetto impiantistico	277
8.2 Scelte tecniche e logica generali	279
8.3 Predimensionamento e integrazione architettonica	289
8.4 Dimensionamento dei sistemi secondari	295
8.5 Conclusione	299

Capitolo 9 Il progetto strutturale

9.1 La struttura delle scatole	303
9.2 La struttura dell'auditorium	307

Capitolo 10 Lo studio della luce

10.1 Il quadro normativo	321
10.2 Le verifiche	324
10.3 Le soluzioni passive	331

Bibliografia	339
Indice delle tavole	341
Indice delle figure	345
Indice delle tabelle	351
Ringraziamenti	353

Abstract

Il 1983 fu un anno cruciale per le Fonderie Riunite di Modena, che portò alla loro chiusura dopo una storia tumultuosa. I suoi episodi violenti di rivolte culminano con la morte di 6 operai nel 9 gennaio 1950. Nel corso degli anni, crebbe una solidarietà dei cittadini per la tutela di questo luogo di memoria.

Le Fonderie godono di una posizione particolarmente favorevole tra il centro storico della città e la periferia costruita a posteriori; inoltre è al centro del crocevia di comunicazione maggiore di Modena. A scala locale, a sud una ferrovia impedisce l'accesso alla facciata più esposta, ad ovest un ponte stradale nasconde in parte il prospetto principale, ma ne conferisce un ruolo di vetrina.

L'edificio presenta delle dimensioni notevoli: la superficie edificata di più di mq. 10.000, i considerevoli volumi interni coperti a shed e un gioco ombra e luce proveniente dai lucernari, gli conferiscono una maestosità unica tanto da farla sembrare una cattedrale laica a sei navate. Rimangono in buono stato solo i muri in mattoni pieni e la potente struttura prefabbricata in calcestruzzo armato.

Dai numerosi progetti per recuperare questo monumento, l'ultimo si basa sulla tradizione storica della cooperativa dell'azienda. Un processo partecipativo si è sviluppato fra gli abitanti della città per scrivere un programma funzionale che rispecchi i loro reali bisogni; il "D.A.S.T.", per Design Arte Scienza e Tecnica, definisce un centro culturale unificato: facoltà di design industriale, museo scientifico interattivo, mostre d'arte, spazi creativi, uffici. Ne è nato un concorso di Architettura, concluso nel 2009 e su quale è basato il nostro intervento.

L'approccio usato nei confronti dell'edificio è stato quello di rispettare la sua monumentalità e i suoi materiali, elementi rilevanti della memoria locale, e di rendere invece chiaramente riconoscibili gli spazi nuovi aggiunti: delle vere e proprie scatole nella scatola principale, che è la fonderia stessa. Ogni volume ospita una sua funzione e non interferisce mai con la pelle della fabbrica.

La flessibilità degli spazi e un impatto ambientale ridotto sono il filo conduttore del progetto, contrastando con la potenza della struttura dell'edificio e il suo passato inquinante. Costruire un microcosmo del saper fare – scientifico, tecnico,

artistico – e del saper vivere fra le mura di una fonderia era una bella sfida da raccogliere. Il nostro progetto, la “Fabbrica del Sapere”, ne propone una risposta innovativa, organizzando una vera rinascita delle ex Fonderie Riunite di Modena.

Come prima fase del nostro intervento, la conoscenza dell’edificio è stato cruciale per determinare il modo di ripristinarlo. Poi abbiamo fatto le scelte funzionali ed estetiche. Oltre le verifiche strutturali, l’approfondimento scientifico si è sviluppato sul comfort dei utenti, con il controllo del riscaldamento, della ventilazione e dell’accesso alla luce naturale.

L’organizzazione dell’interno dell’edificio richiama quella dell’esterno. L’asse nord-sud è la strada pubblica che trafora l’edificio con due entrate e comprende nel suo centro la piazza di orientazione, fulcro delle Fonderie. Si accede nel nord di questo asse alla vetrina del centro culturale, con le mostre e musei. Nel sud, il pubblico può godere di spazi più specializzati : spazi creativi comuni e biblioteca. Questa biblioteca si trova all’incrocio della strada pubblica con l’altro asse forte dell’edificio che collega da est a ovest gli spazi più privati della Palazzina, come gli uffici, con la facoltà e la sua entrata orientale. L’auditorium tiene invece un posto centrale, aprendo le sue porte sia sulla piazza pubblica sia sulla facoltà.

I materiali scelti per dialogare chiaramente con l’involucro esistente sono il legno e l’acciaio. Il primo è stato selezionato per il suo valore estetico e ambientale, mostrando l’intenzione di uno sviluppo sostenibile del progetto. L’acciaio invece è stato scelto per richiamare l’attività di fonderia abbandonata.

Un ulteriore approfondimento svolto nella tesi riguarda l’uso della luce naturale per il raggiungimento di un adeguato comfort interno per gli utenti. E’ stata data particolare attenzione ai caratteri distributivi degli spazi di studio e lavoro posizionandoli nella zona sud ed est, mentre i luoghi che necessitano una luce più diffusa sono posti a nord. Alcune simulazioni hanno permesso di verificare questo comfort e di esplorare delle soluzioni innovativi per i casi di discomfort.

Oltre alle strategie passive, sono state analizzate e progettate anche le strategie impiantistiche attive per ottenere alti livelli di comfort con ridotti consumi.

La città officina prevede una gestione centralizzata di tutti i sistemi nel piano interrato. Una pompa di calore acqua-acqua con sorgente la falda freatica in loco supporta il riscaldamento radiante a pavimento e il fabbisogno elettrico del sistema è fornito dai collettori solari posti sul tetto. Tutto il complesso è, inoltre, provvisto di un sistema di ventilazione dislocata nei diversi ambienti.

La monumentalità eccezionale delle ex Fonderie Riunite di Modena, la rilevanza sociale che assume la sua riabilitazione e la varietà delle funzioni che prevede di far coabitare hanno costituito una vera sfida. Abbiamo deciso di progettare una città interna all'edificio, un centro di tutte le culture. La nostra risposta è innovativa, flessibile ed ecologica, affinché garantisca la perennità di questa piccola città, la sua metamorfosi potenziale, mentre avendo un impatto moderato sull'ambiente. L'intervento, chiaramente affermato nei confronti dell'edificio esistente, rispetta non solo la sua storia, ma trasforma un guscio vuoto in un formidabile rifugio per un'officina culturale interdisciplinare: la "Fabbrica del Sapere".

Parte I : Analisis

Capitolo 1

Inquadramento territoriale

La prima fase dell'analisi del progetto e del suo contesto consiste nell'inquadramento territoriale della città Modena e dell'area circostante per capire e s'impregnare dei suoi vantaggi e svantaggi. Questo studio si fa attraverso l'analisi della viabilità, del contesto a livello di città e del quartiere, ma anche con gli analisi climatiche e demografiche.

1.1 Individuazione dell'area

Presentazione dell'area di progetto

1.2 Analisi della viabilità

Descrizione storica e attuale dei mezzi di trasporto

1.3 Analisi del contesto a livello di città

Studio di vari elementi chiavi su scala della città

1.4 Analisi del contesto a livello di quartiere

Studio di vari elementi chiavi su scala del quartiere

1.5 Analisi climatiche

Studio dei dati climatici storici e attuali

1.6 Analisi demografiche

Studio dei dati demografici storici e attuali

1.1 Individuazione dell'area

L'area di progetto è situata nella regione Emilia Romagna, localizzata nel nord dell'Italia, all'interno della città di Modena, capoluogo dell'omonima provincia.

Localizzazione generale

L'intera regione è divisa dalla Via Emilia, costruita tra il 189 e 187 a.C. La parte settentrionale è costituita da una pianura compresa tra il pedemonte e il Po. Tuttavia la fascia meridionale della regione include colline e le montagne, con l'Appennino. A est, la regione si finisce sul Mare Adriatico.

L'area d'intervento si trova a nord della Via Emilia, che attraversa il centro città, nella zona industriale. E' collocata al centro tramite il viale Ciro Menotti che permette di attraversare la ferrovia che passa a fianco dell'area. Inoltre questa via è dotata di una pista ciclabile che facilita l'accesso all'area dal centro città.

La città

La zona d'intervento, visto che era una fabbrica, è evidentemente collocata vicino alla ferrovia, più precisamente a nord di quella. D'altronde, tutte le industrie metalmeccaniche, sviluppate dopo la costruzione della stazione a metà dell'ottocento, sono situate lungo questa ferrovia. Quest'attività favorì lo sviluppo di nuovi quartieri residenziali vicino alla zona. All'intorno di quella si osserva quindi un misto tra edifici di abitazione così come alcune industrie, abbandonate, dismesse o ancora utilizzate.

Edifici circostanti

In piena riconversione, l'area è circondata di aree di cantiere. A ovest, dietro il viale Ciro Menotti, è presente un'area in costruzione, che diventerà una zona residenziale. Nello stesso modo, sul lato opposto si vede una zona totalmente abbandonata, dove non è costruito niente in questo momento. A est della zona, dietro alcuni edifici, il terreno è ancora occupato da una zona agricola ma si può immaginare che diventerà tra poco una zona costruita.

Per quanto riguarda gli edifici già presenti, l'area d'intervento è circondata a nord da edifici residenziali o di servizi. A sud, oltre la ferrovia, è presente la sede della Maserati, ricchezza della città.

1.2 Analisi della viabilità

Analisi stradale All'interno dell'analisi del contesto è stata analizzata anche l'accessibilità.

Modena si colloca a 50 km da Bologna, capoluogo della regione. A livello dell'Italia, la città dista da Milano 180 km a nord-ovest e da Roma 430 km a sud.

Storicamente, la regione era attraversata dalla Via Emilia. Il console Marco Emilio Lepido fece costruire questa strada romana nel secondo secolo a.C. per collegare in linea diretta Piacenza con Rimini, e quindi Modena. In quel periodo, Roma decise di realizzare una strada militare fino a Placentia (oggi Piacenza) per fare spostare velocemente l'esercito allo scopo di reprimere eventuali rivolte della popolazione di questa colonia che non aveva voluto firmare la pace con Roma nonostante la sua sconfitta. Alcuni decenni dopo, la strada fu completata fino a Milano.

Figura 1.1 *Le vie romane: in rosso, la Via Emilia.*



Ancora oggi, quest'arteria è fondamentale nell'Emilia-Romagna, regione che le deve d'altronde il suo nome. Parallelamente al suo tracciato fu costruita l'A1 – Autostrada del Sole. Quest'ultima è registrata come la più lunga tra le strade ora in esercizio. La costruzione fu iniziata nel 1956 sulla richiesta del governo per contribuire al rilancio dell'economia nazionale. Finalmente nel 1964 l'operazione fu completata e una nuova autostrada collegò Milano a Napoli, passando da Piacenza, Parma, Modena, Bologna, Firenze e Roma. Ormai nel contesto europeo, il tratto Milano - Roma fa parte della strada europea E35 Amsterdam – Roma che attraversa i Paesi Bassi, la Germania, la Svizzera, e finalmente l'Italia.

Sempre lungo la Via Emilia si trova la via ferroviaria, da Piacenza a Rimini. Ovviamente, questo tracciato fu allungato fino a Milano e delle diramazioni conducono nelle altre città. Questo percorso è utilizzato dal treno Eurostar City che permette di raggiungere Milano in meno di due ore e Bologna in venti minuti. Parallelamente a questa linea fu costruita e completata alla fine dell'anno 2008 una linea ad alta velocità che raggiunge Milano a Bologna. Purtroppo questo treno non si ferma a Modena.

Analisi ferroviaria

La città di Modena non possiede il suo aeroporto però è abbastanza vicina di quello di Bologna. Ad appena 45 km della città si colloca a un aeroporto internazionale. Questo offre l'opportunità di volare verso tutte le destinazioni d'Europa ma anche alcune extra-europee, ad esempio Mosca, Casablanca, Zanzibar, Cancun. E' possibile inoltre prendere delle compagnie nazionali (Alitalia, Air France, British Airways, etc.) così come delle compagnie low-cost (Ryanair).

Analisi aerea

Se ci focalizziamo sulla città invece che la regione, Modena è attraversata nel suo centro storico dalla Via Emilia. Questa, che prima di entrare in città prende il nome di SS9, diventa la Via Emilia est o ovest nel centro e divide chiaramente il centro storico. La SS9 invece è deviata dal centro verso il nord e diventa la Tangenziale Nord che gira all'intorno di Modena.

Viabilità nella città

Quell'ultima è molto pratica per accedere alla nostra area di progetto. Difatti dalla tangenziale si prendono strade urbane d'interquartiere (Via Nonantolana e Viale Ciro Menotti) e si accede alle ex-Fonderie Riunite di Modena. Inoltre proseguendo questa via, si può raggiungere il centro città. La distribuzione delle strade è quindi abbastanza vantaggiosa per la nostra sede, però adeguatamente abbiamo soprattutto una strada molto passante al confine del terreno. Eccetto quella, l'area è circondata di strade urbane di minore importanza.

Per quanto riguarda il trasporto alternativo, osserviamo che ci sono numerose linee di autobus che circolano all'interno della zona. Uno di questi prende il viale Ciro Menotti e si ferma davanti alle Fonderie. Con queste linee è possibile andare non solo nel centro città ma anche alla stazione ferroviaria. A proposito la stazione è proprio vicino e raggiungibile a piedi.

Trasporto alternativo

Come trasporto alternativo è anche sottolineato l'uso della bici. In effetti, nel quartiere troviamo numerose piste ciclabili, fra cui una che segue il viale Ciro Menotti e dunque mena al nostro edificio. Tuttavia, eccetto questa pista, notiamo che soprattutto sono piste interne a una parte del quartiere, ad esempio all'intorno di un parco o tra un parco e una area residenziale vicina. La distribuzione manca chiaramente di vincoli più ampi, collocando ad esempio i diversi parchi della città e il centro, o gli impianti sportivi e le aree residenziale.

Seguono in allegato le tavole relative alla viabilità.



- Limite regione
- Limite provincia

AEROPORTI PER UTENTI PER ANNO

- > 1.000.000
- 500.000 - 1.000.000
- < 500.000

CITTA PER ABITANTI

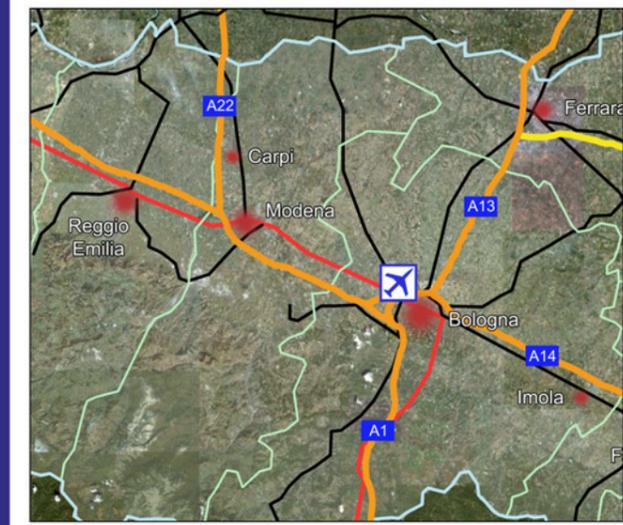
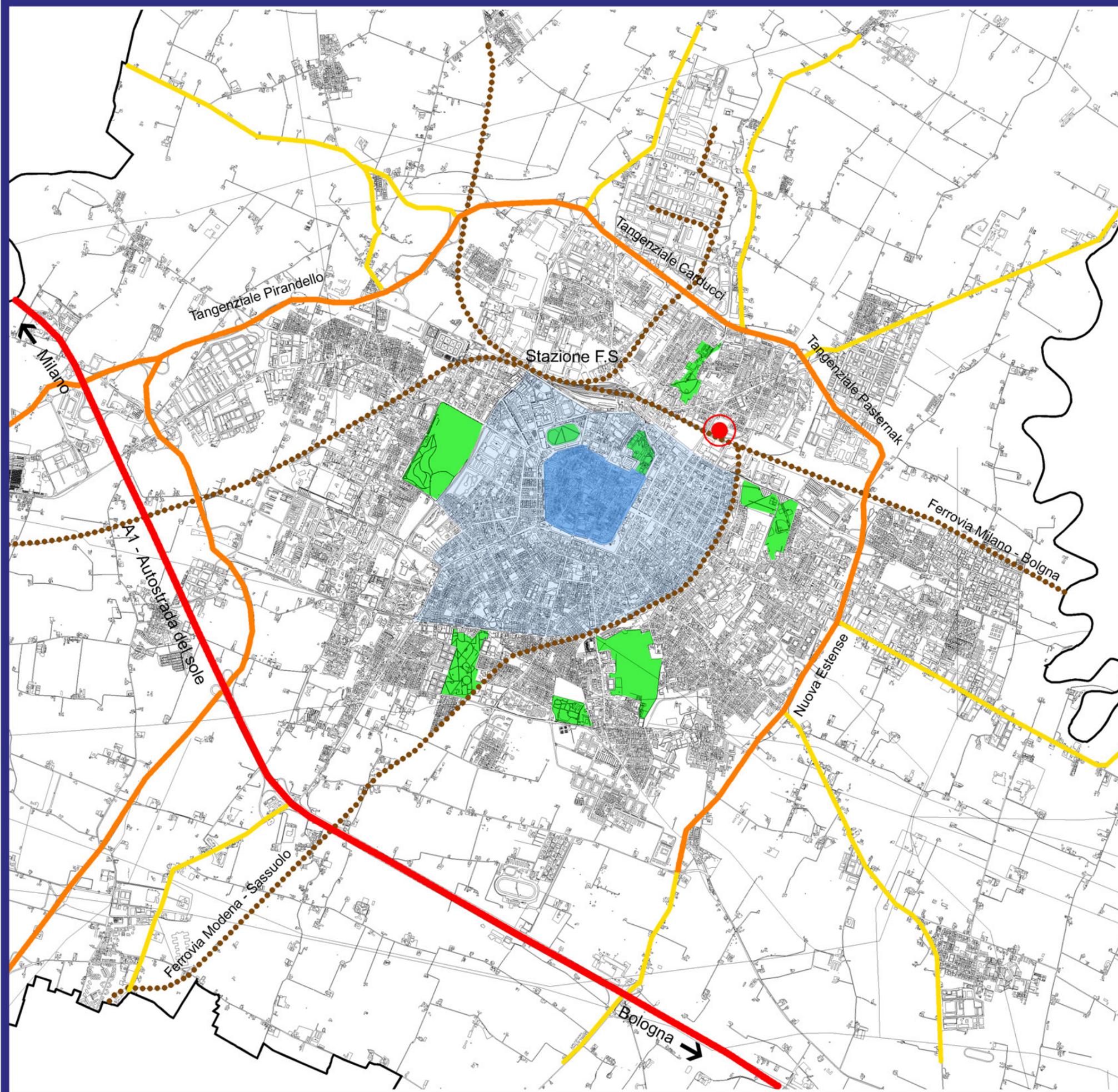
- < 100.000
- 100.000 - 150.000
- 150.000 - 200.000
- > 200.000

VIABILITA

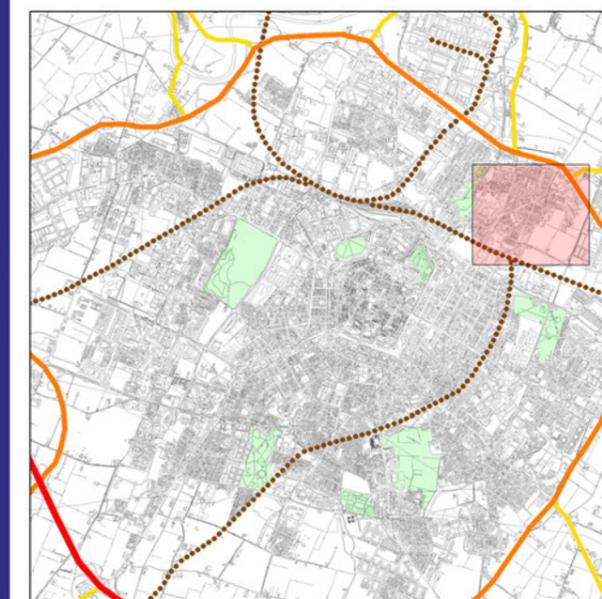
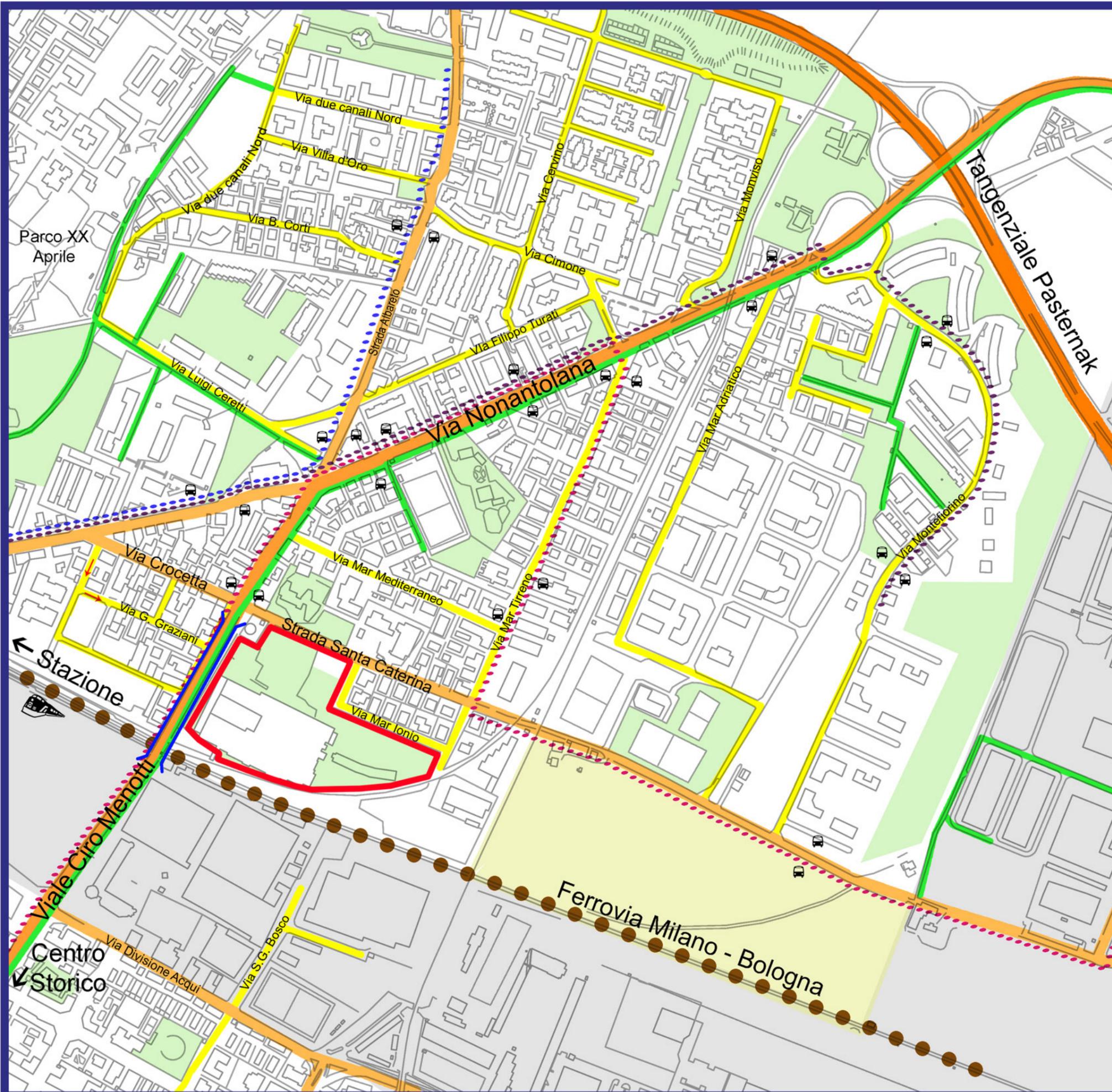
- Autostrada
- Strada principale

TRENO

- Alta velocità
- Ferrovia regionale e statale
- NAVE**
- Collegamento marittimo



-  Area di intervento
-  Autostrada
-  Strada extraurbana principale
-  Strada extraurbana secondaria
-  Ferrovia
-  Parchi
-  Centro storico
-  Centro esteso



- Area di intervento

- ASSI E COLLEGAMENTI**
- Tangenziale
- Strada urbana di interquartiere
- Strada urbana locale
- Ferrovie
- Linee di pullman
- Pista ciclabile

- ZONE PRINCIPALI**
- Zona industriale ed uffici
- Zona agricola
- Parchi e zone verde
- Zona residenziale

1.3 Analisi del contesto a livello di città

La raccolta d'informazioni relative all'area di progetto ha come tappa successiva l'analisi di tutte le caratteristiche riguardante i dintorni dell'oggetto di studio. In questo paragrafo sono stati analizzati i dati a livello di città.

Analisi del verde

In passato, il centro della città di Modena era circondato da campi agricoli. Con l'aumento della popolazione e lo sviluppo della città, in particolare per quanto riguarda l'industria, questo verde agricolo si spostò. Oggigiorno è tuttora presente però si limita circa alla tangenziale a nord e un po' di là dell'autostrada a sud. La produzione è composta di tutti i tipi di coltura: vegetali e zootecniche. A Modena, le merci lorde vendibili più significative del comparto agricoltura sono il latte vaccino (29%), il pero (19%), i suini (14%) e la vite (9%). D'altronde la provincia è specialista nella produzione di pere (35% della produzione della regione).

Verso l'interno dei confini della città possiamo osservare la presenza di grandi parchi. La loro ripartizione sembra abbastanza regolare intorno al centro, più o meno lontano da questo. I parchi si dividono in due tipi: quelli vicini al centro con una superficie inferiore a 100.000 mq e quelli più distante che hanno quasi tutti una superficie superiore a 100.000 mq.

I parchi della città

Le strutture presenti in questi parchi sono costanti: area gioco per bambini di diversi anni, panchine, tavoli, area per libera circolazione dei cani, bar e servizi igienici. Altre strutture si osservano in alcuni parchi ma non tutti: fontanella, lago con animali, percorso vita, campo sportivo, pista ciclabile. Comunque, ciascuno ha la sua particolarità. Il giardino del Parco Ducale Estense (ex Giardini Pubblici) esisteva già nella seconda metà del Cinquecento mentre il Parco della Resistenza fu nato nel 1996 ed fu ampliato nel 2003 con l'inaugurazione del Parco Vittime dell'Olocausto. Comunque è l'unico parco della città a essere munito di un campo per il gioco della ruzzola. Il Parco Enzo Ferrari, quanto a lui, è il parco ideale per l'estate perché attrezzato di punti-sosta con barbecue e in quel periodo, viene allestito un palco che consente lo svolgimento di numerosi spettacoli d'iniziativa culturali e sportive. Infine il Parco Novi Sad ha anche un ruolo nella vita dei cittadini perché contiene un ippodromo costruito nel 1872. Oggi non è più adibito a ippodromo ma ospita importanti manifestazioni musicali, ludiche e sportive.

Piuttosto ben localizzata, la nostra area d'intervento si colloca tra alcuni di questi parchi, più o meno a 500 metri.

La città venne poi studiata secondo le destinazioni d'uso degli edifici. Si può allora definire delle zone di diversi usi: residenziale, industriale, servizi, parco o centro storico.

Abbiamo già constatato che il centro città è il centro storico, con una forma pentagonale. All'intorno di esso e soprattutto a sud della ferrovia si osserva la

Analisi delle destinazioni d'uso

formazione di un anello di edifici residenziali. Questa zona include circa un quinto in superficie di zone di servizi o di attrezzature. Inoltre, come l'abbiamo detto nel paragrafo precedente, sono anche presenti dei parchi. La zona a nord della ferrovia è costituita nella maggior parte di edifici industriali, che costituiscono il centro economico della città. Si sono anche integrate delle zone residenziali, utili per alloggiare i lavoratori. Si nota che questa zona industriale si espande a sud della ferrovia, all'intorno dell'anello residenziale.

Il nostro progetto è fisicamente vicino al centro storico, però è lontano dalla vecchia zona industriale che crea una barriera almeno visuale.

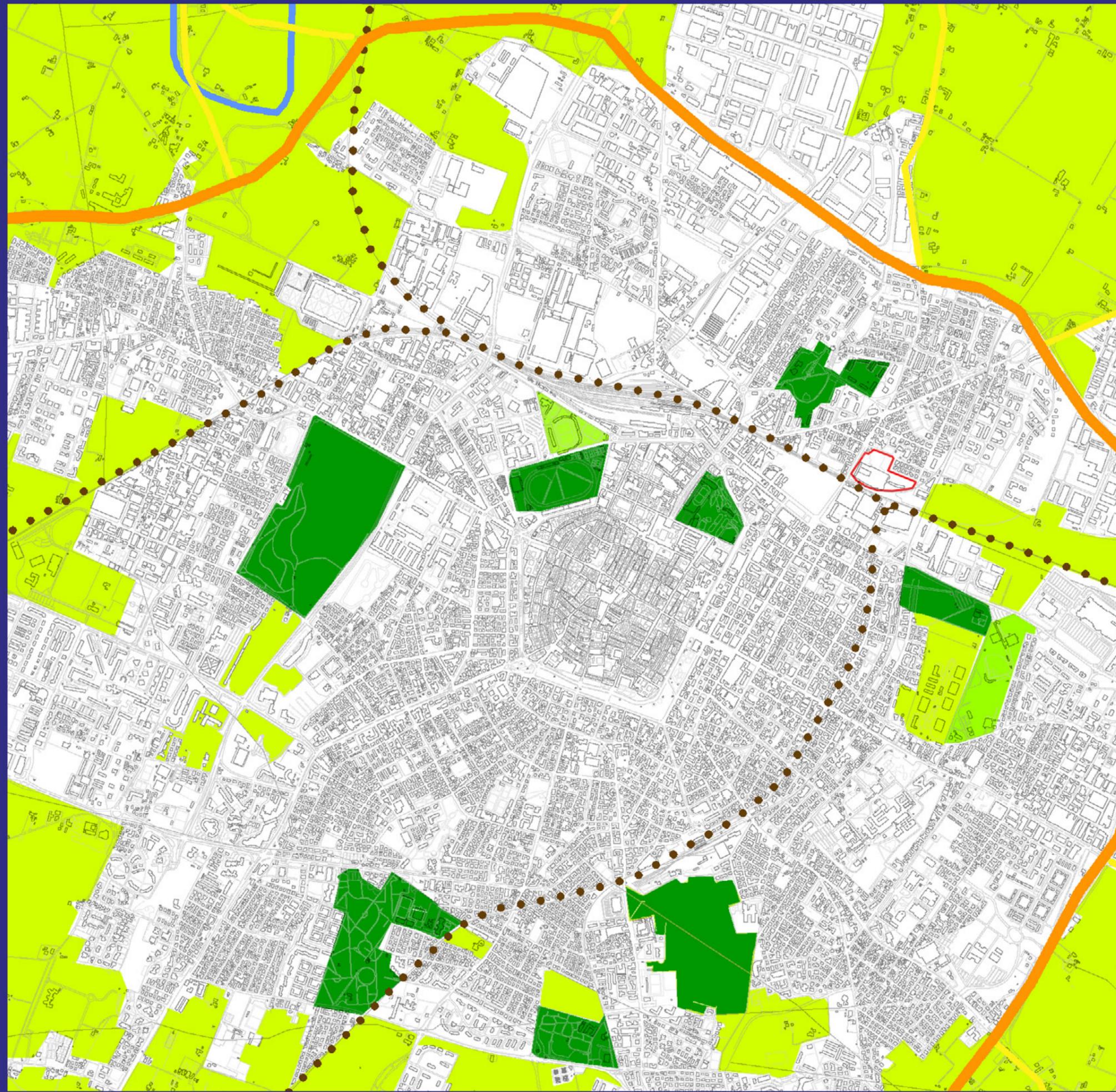
Analisi dei pieni e vuoti L'elaborazione dei pieni e vuoti ci aiuta a capire com'è strutturata la città. Da questa visione bicolore si distinguono alcuni elementi tipici della zona. Come prima osservazione si vede chiaramente il passaggio della Via Emilia attraverso tutta la città, da nord-ovest a sud-est. Per quanto riguarda l'edilizia, cioè le parti bianche, si può classificarla in tre gruppi. Il primo gruppo riguarda il centro storico. Gli edifici, principalmente residenziali o di servizi, sono molto compatti e densi. Il secondo gruppo edilizio: intorno a questo gli edifici sono ancora numerosi però il tessuto urbano è molto più aerato con spazio tra gli edifici e vie di circolazione più larghe. Questa impressione è dovuta alla presenza di zone residenziali. Infine, il terzo gruppo, dove ci sono anche dei grandi edifici che sono i fabbricati industriali.

Le grandi zone non edificate, cioè le parti nere, si giustificano con la presenza dei grandi parchi e delle zone agricole all'esterno della città. Queste zone però sono anche una dimostrazione delle aree industriali in riconversione, in particolare a nord della ferrovia.

L'area di progetto è chiaramente localizzata in una zona mista, dove si vedono i grandi vuoti industriali, le zone a uso misto (residenziale e di servizi) e i parchi.

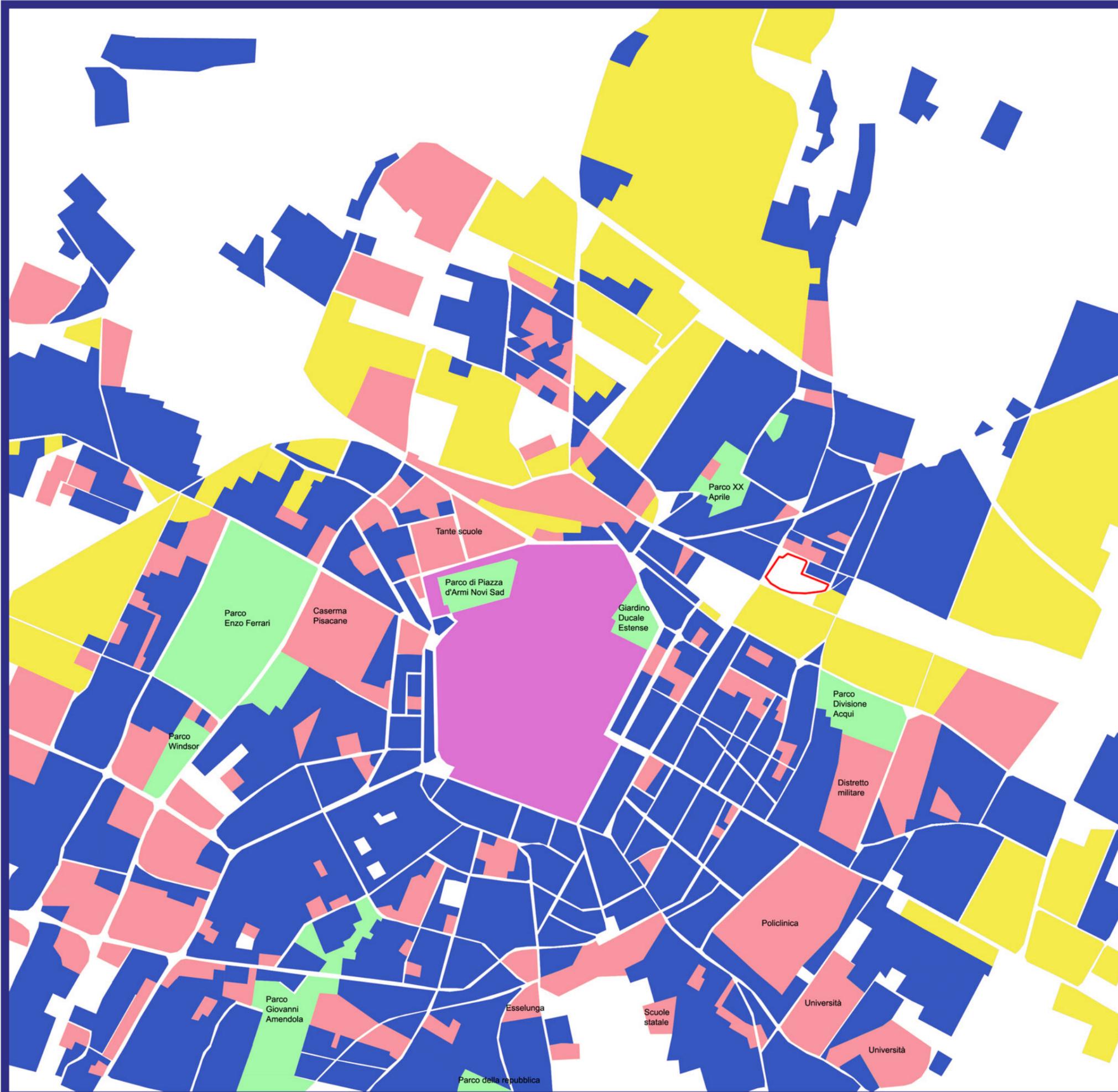
Edifici notevoli Per ultima ma non meno importante si fa la lettura dettagliata di alcune funzioni primarie del territorio che può alla prossima tappa aiutare nella scelta delle destinazioni da attribuire al nostro complesso. Come funzioni sono quindi elencate i musei, le biblioteche, i teatri, i cinema, le scuole, le palestre e i centri commerciali. Solitamente, le infrastrutture si sono sviluppate a sud della ferrovia. Infatti, eccetto i centri commerciali che sono presenti in tutta la città, le altre funzioni sono concentrate nel centro e la parte sud. Inoltre le infrastrutture culturali sono numerose ma spesso con una capacità limitata. Ad esempio, il teatro Luciano Pavarotti, la più grande sala di spettacoli del comune, può accogliere solo 1030 spettatori. Alla fine, possiamo concludere che la zona dove è localizzata la nostra area, che è storicamente la zona industriale, manca terribilmente di spazi di divertimento.

Seguono in allegato le diverse tavole relative alla città analizzando il verde, le destinazioni d'uso, i pieni e vuoti e finalmente gli edifici notevoli.



- Verde agricole
- Attrezzatura sportiva
- Parchi
- Fiume
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Ferrovia
- Area di intervento





- Zona residenziale
- Zona industriale
- Attrezzature e servizi
- Area verde
- Centro storico
- Area di intervento



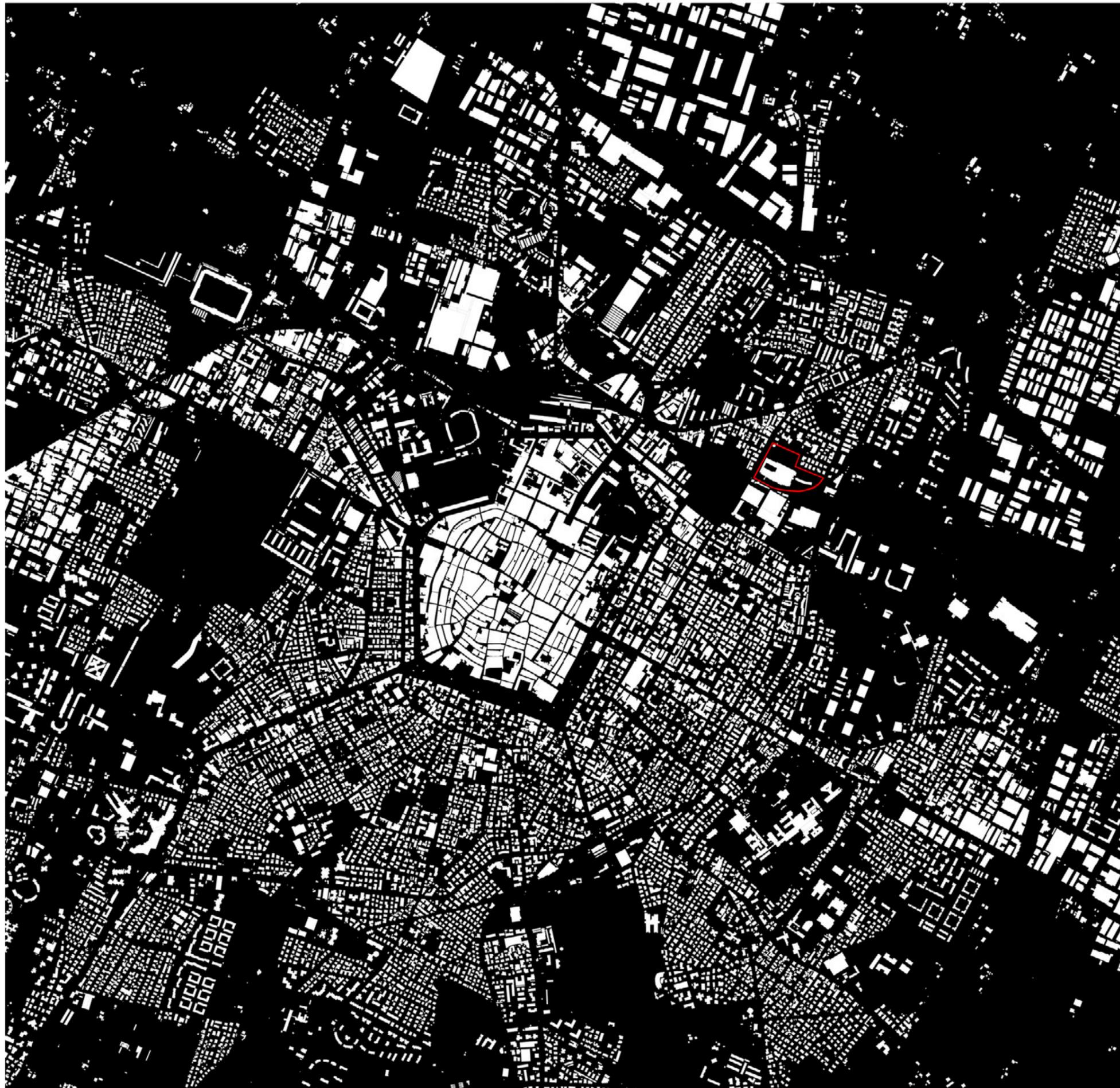
1:05

Scala 1:20000

Analisi delle destinazioni d'uso

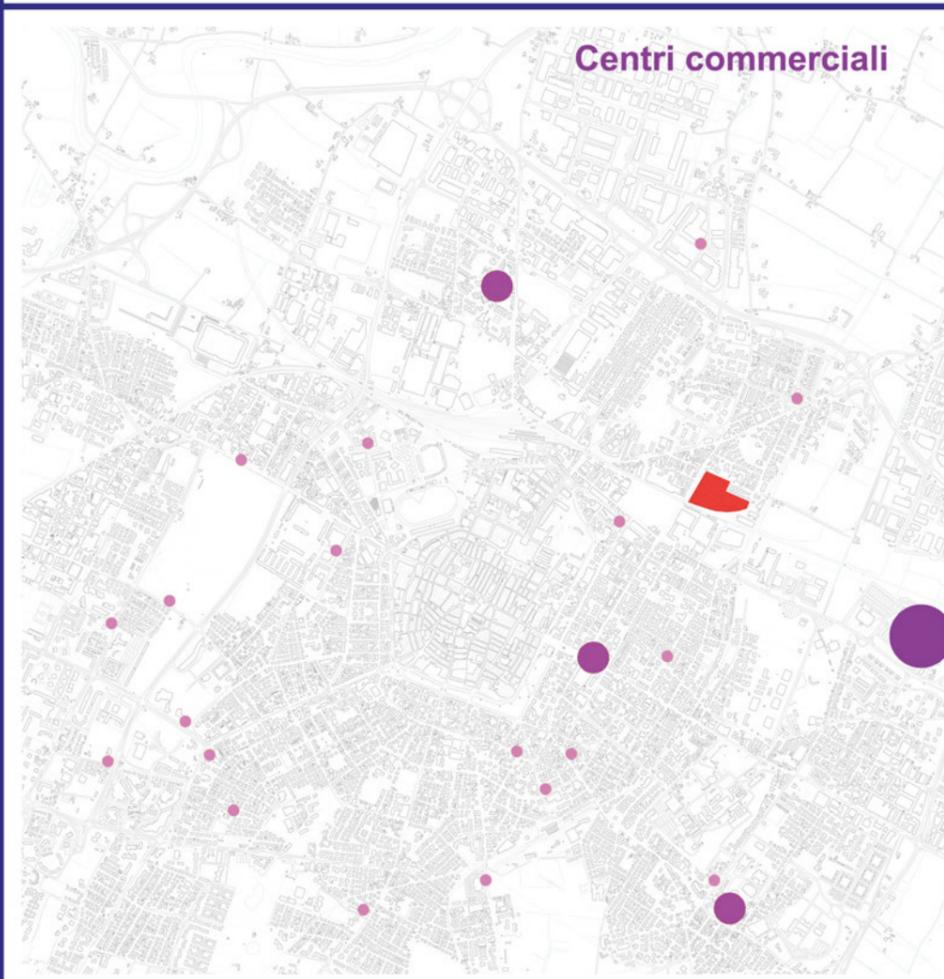
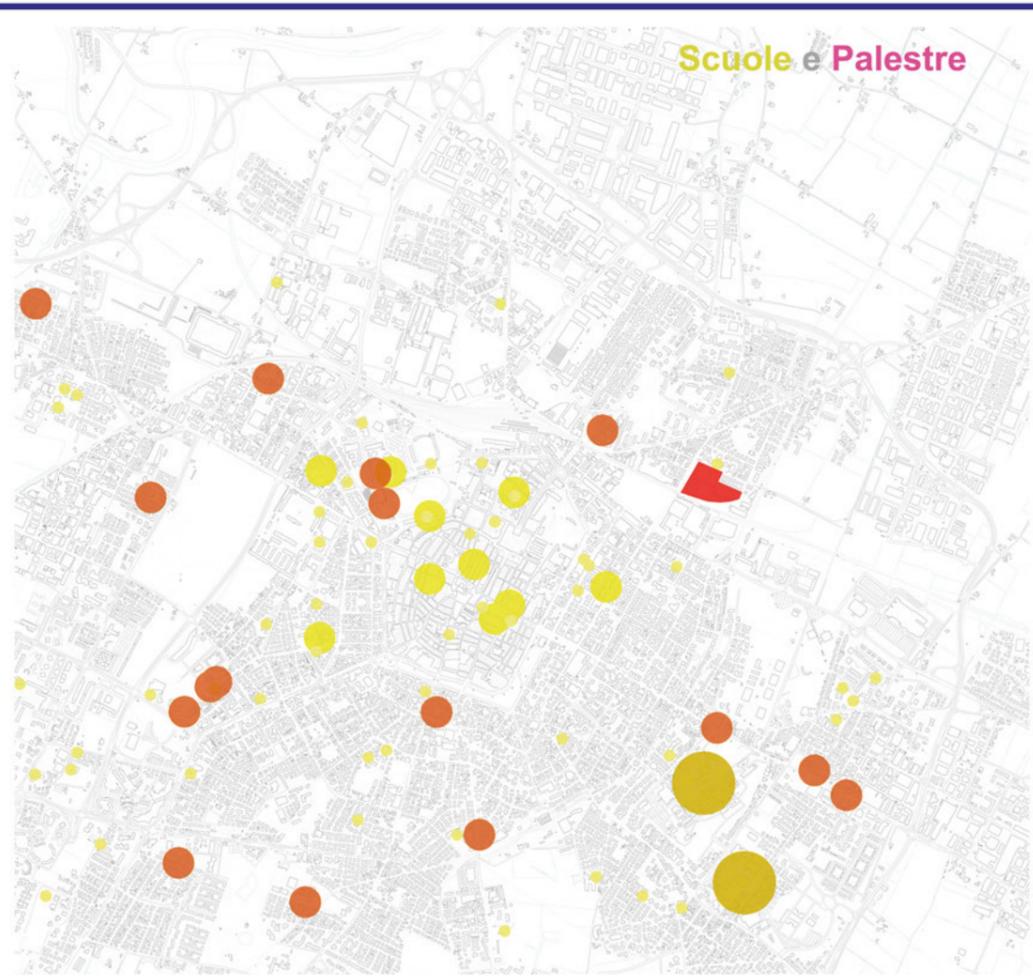
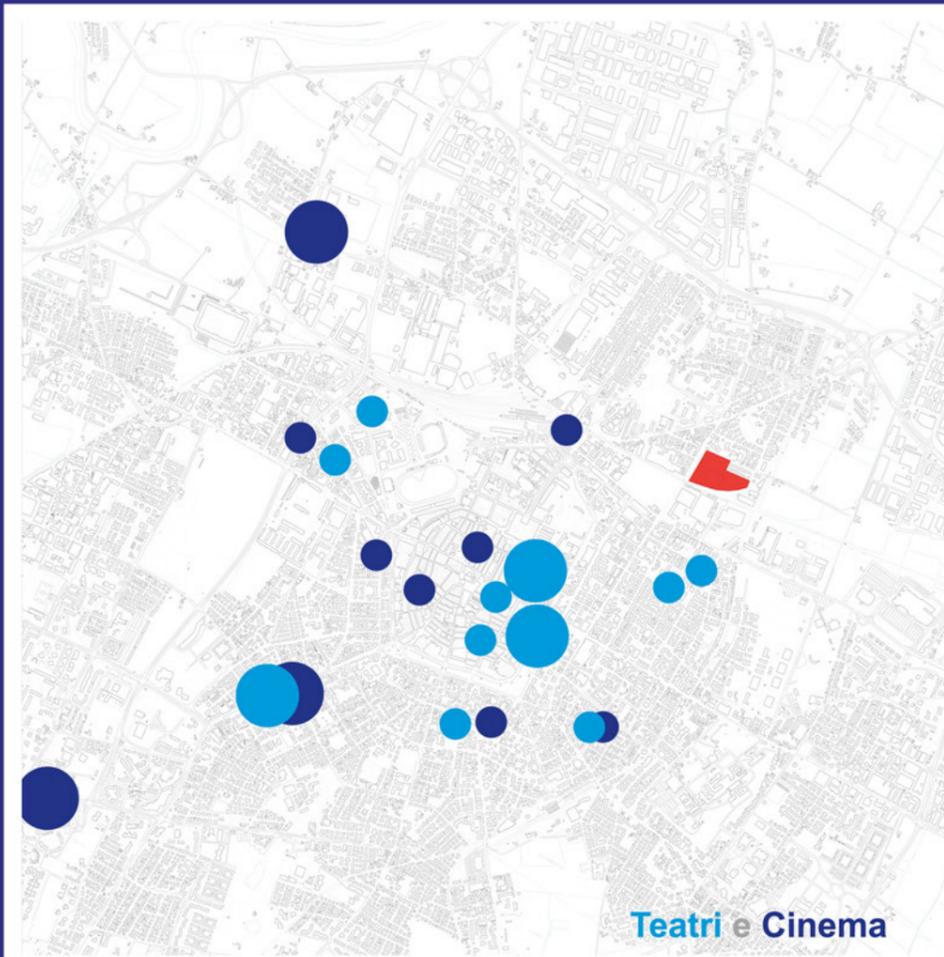
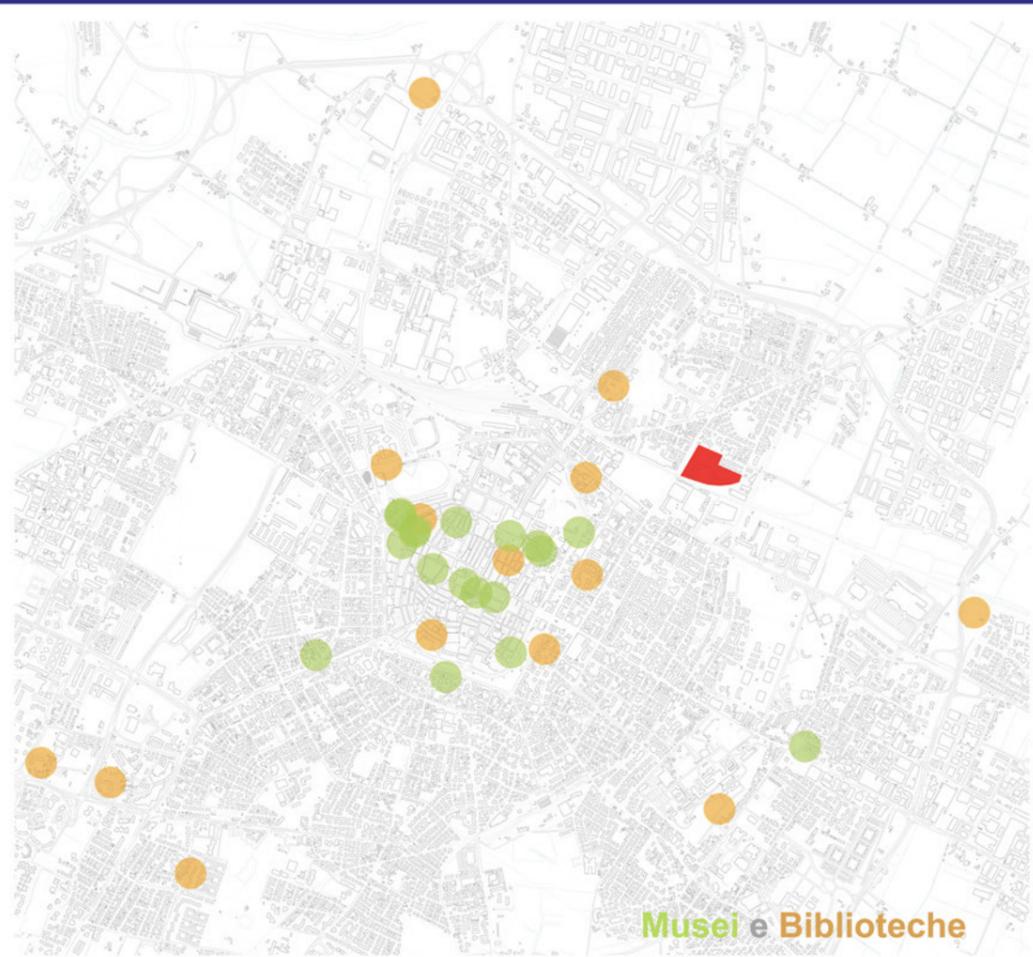
1. Inquadramento territoriale

RECUPERO DELLE EX-FONDERIE RIUNITE DI MODENA



-  Pieno
-  Vuoto
-  Area di intervento





Interno del teatro Luciano Pavarotti, la più grande sala di spettacoli del commune.
Capienza : 1030 posti

 Area di intervento

1.4 Analisi del contesto a livello di quartiere

Nel paragrafo precedente abbiamo analizzato le caratteristiche che riguardano il contorno del progetto su scala dell'intera città. In questa parte ci concentreremo sul quartiere dove si trova la nostra area d'intervento: il quartiere Crocetta.

Il quartiere è collocato ai confini della città, nella sua parte nord, circondato da zone agricole a nord e a est e di un grande parco a nord-ovest, il Parco XXII Aprile. È stato costruito nel 1976 sull'area anticamente occupata dalla villa Prentetorri e dal corso del canale Naviglio. Dalla villa rimane solo il cancello d'ingresso e le relative colonne murarie perché è stata danneggiata durante un bombardamento nel 1944. Questo parco ha una superficie di circa 80.000 mq e contiene tutte le strutture classiche dei parchi modenesi: aree gioco per bambini, laghetto, campi di calcio, bar, ecc. Le attrezzature sportive sono anche ben accessibili nel quartiere. Tranne quello presente nel Parco XXII Aprile vi sono alcuni campi di calcio disponibile per gli abitanti. Infine colla costruzione dei nuovi edifici residenziali a nord del quartiere è stato creato un nuovo grande parco tra questa zona e la tangenziale.

Analisi del verde pubblico

In un altro registro, risulta presente anche il verde privato. Quasi tutte le case e condomini hanno uno spazio verde intorno. Questa impressione, e infatti realtà, è rinforzata dalle presenze di alberi in alcune strade del quartiere.

Analisi del verde privato

L'area d'intervento beneficia anche di un grande parco di 27.000 mq all'intorno dell'edificio. Anche se la vista a ovest, sotto e sopra il ponte non è molto gradevole perché è totalmente privo di verde.

Passando all'analisi funzionale, le destinazioni d'uso principali presenti nel quartiere sono: residenziale e industriale. Gli edifici sono quindi edifici residenziali, fabbricato industriale, edifici commerciali, o ad uso misto. I servizi risultano comunque facilmente accessibili dagli abitanti dell'area: scuole, luoghi di culto, campi o infrastrutture sportivi, ampie zone verdi e negozi. Inoltre, a piedi, tutte queste complessi sono raggiungibili con meno di 10 minuti di camminata. Questa analisi evidenzia la mancanza flagrante di un polo culturale: non ci sono cinema, teatri, musei, biblioteche, ecc. E nemmeno luoghi di svago o ricreativi (ristorante, bar, ecc.).

Descrizione funzionale

Nonostante queste mancanze, l'area risulta comunque gradevole ed attrattiva. I nuovi edifici residenziali in costruzione ad est dell'area di progetto, e gli altri spazi vuoti intorno ad essa sono un'opportunità per lo sviluppo di futuri centri attrattivi.

Un aspetto che è stato analizzato per il quartiere ma non a scala urbana è la qualità secondo due criteri principali. Il primo è la qualità degli edifici dell'area che comprende la vita utile e il loro stato di degrado. Il secondo è la qualità di vita nell'area, intesa come l'accesso ai servizi, la quantità di zona verde, la

Analisi della qualità urbana

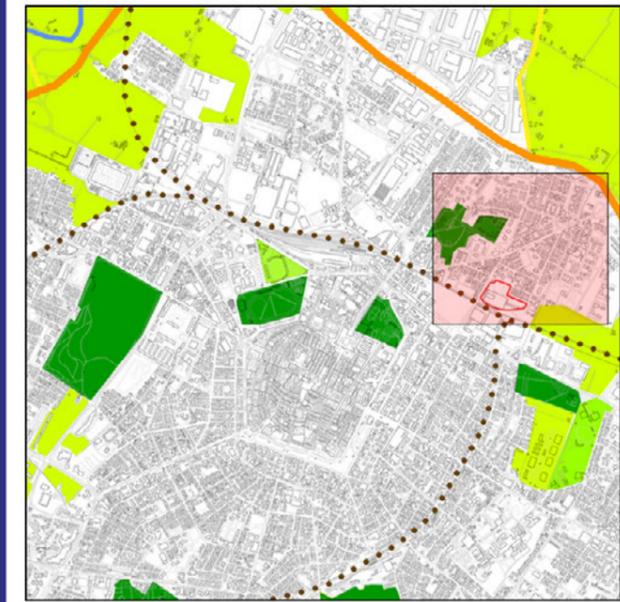
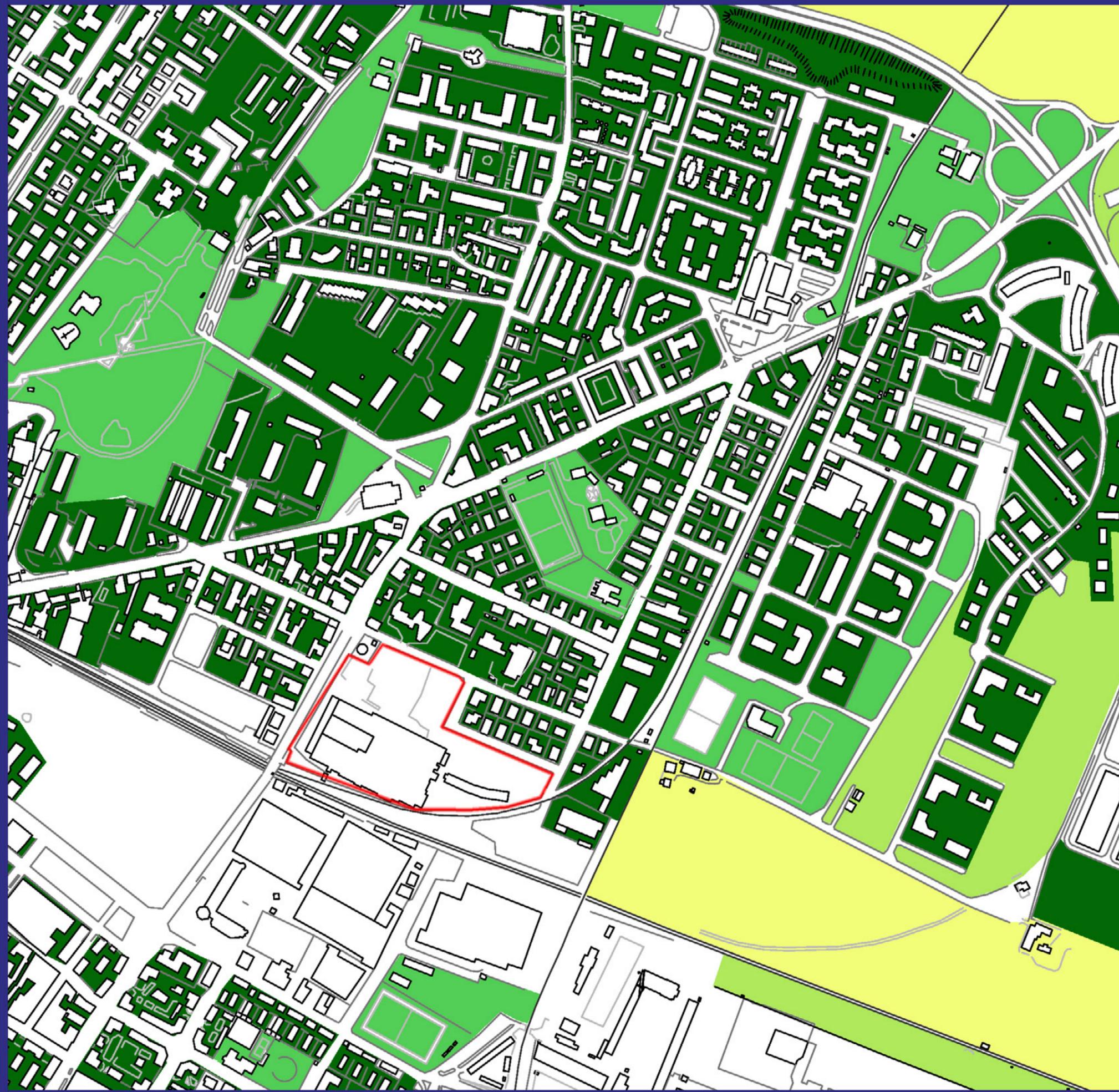
tranquillità e il livello di sicurezza.

Il bilancio è moderato: il quartiere è composto sia da edifici vecchi in cattivo stato, sia di nuovi edifici in ottimo stato con contesto molto piacevole. L'insieme risulta però gradevole e sicuro, soprattutto nella zona nord. Inoltre, la costruzione attuale di nuove aree residenziali è un miglioramento nelle zone di qualità bassa.

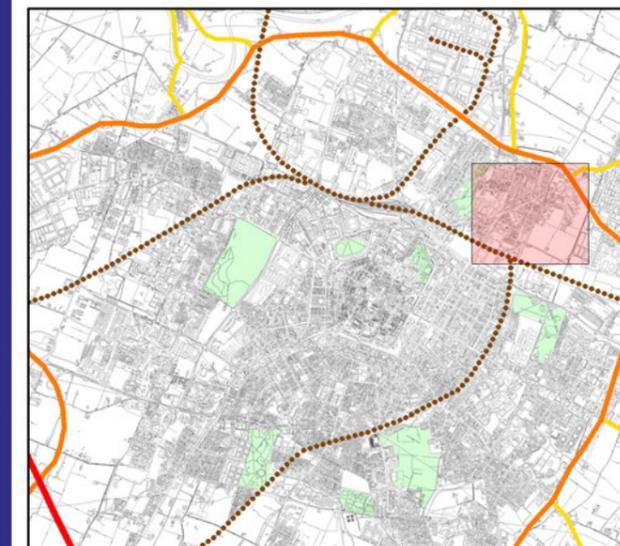
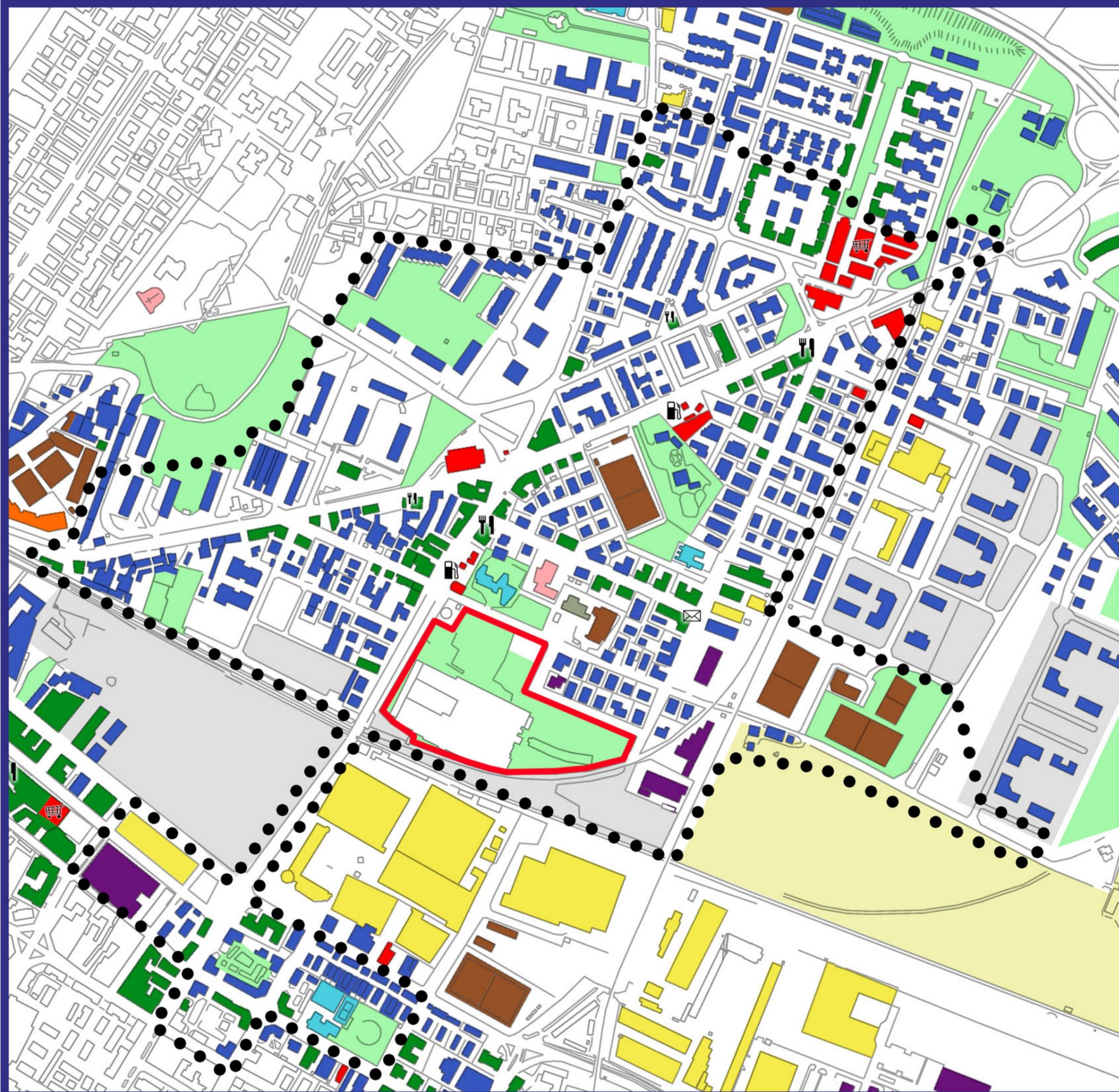
Analisi degli edifici Infine, l'ultimo aspetto considerato nell'analisi degli edifici del quartiere è la loro altezza. La maggior parte degli edifici sono condomini di quattro o cinque piani, distanziati tra di loro in modo da creare nuclei di densità media. Questa soluzione è stata anche adottata per le zone residenziali in corso di costruzione. Edifici di altezza maggiore, cioè più di sette piani, sono quasi assenti dal quartiere.

Intorno alla zona d'intervento, gli edifici residenziali hanno un'altezza media o bassa, non superano i quattro piani. Sui lati nord ed est sono separati dal parco. A ovest non sono molto lontani delle fonderie pero sono nascosti dal ponte, molto vicino alla facciata e che ha una altezza di circa 6 metri. Sul lato sud invece è separato dalla fabbrica Maserati dalla ferrovia. Comunque questa non è molto alta. Inoltre la Maserati ha una torre simmetrica al nostro serbatoio d'acqua alto di più di 20 metri.

Seguono in allegato le tavole relative al quartiere come il verde, le funzioni disponibili, la qualità urbana e finalmente le altezze degli edifici.



-  Area di intervento
-  Verde privato
-  Verde pubblico
-  Terreno incolto
-  Verde agricole



- Area di intervento

- ZONA RESIDENZIALE**
- Residenza
- Uso misto

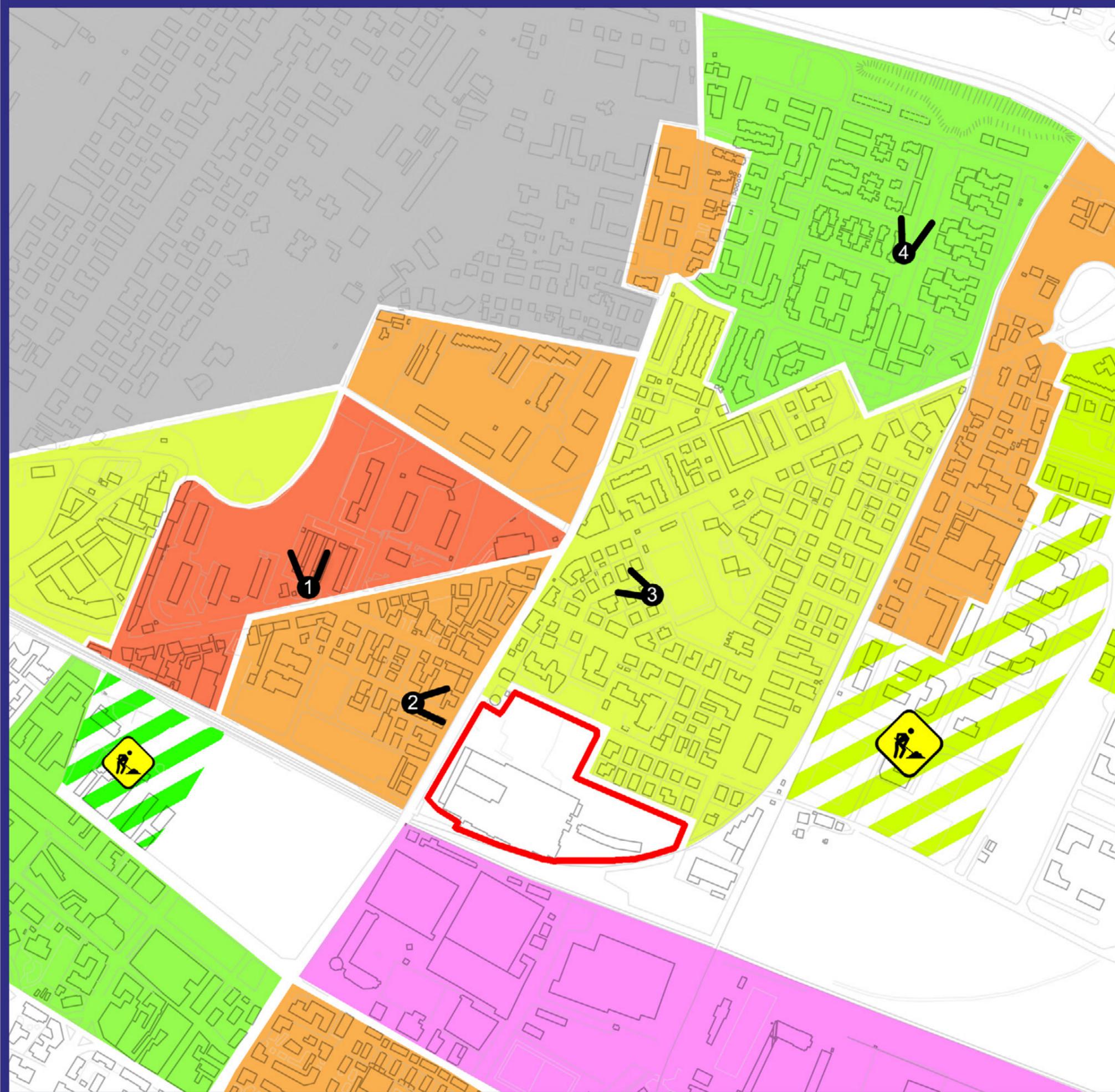
- SERVIZI**
- Attività commerciale
- Scuola
- Cultura
- Luogo di culto
- Attività Sportiva
- Area Verde

- ATTIVITA LAVORATIVA**
- Industria
- Amministrazione ed Uffici

- VUOTI**
- Zona Agricola
- Vuoti e Cantieri

- Zona a meno di 10 minuti a piedi dell'area d'intervento



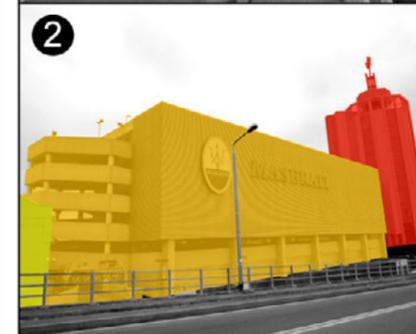


QUALITA URBANA



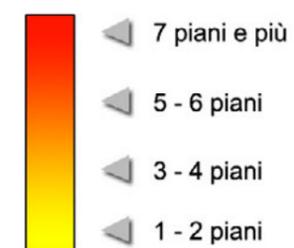
- Zona industriale
- Area di intervento





-  Edificio in costruzione
-  Area di intervento

ALTEZZA DEI EDIFICI



1.5 Analisi climatiche

Vengono poi analizzate le caratteristiche climatiche. Queste costituiranno dati interessanti non soltanto per la fase progettuale del recupero ma soprattutto per la fase dell'analisi dei degradi. Ci aiuterà a capire cosa è successo e a ottimizzare l'intervento.

Modena ha la sua propria stazione meteorologica. E' di tipo automatico DCP (Data Collection Platform) e si trova a 35 metri sopra il livello del mare. Le sue coordinate geografiche sono 44°39'N 10°54'E.

La città di Modena si trova nella regione climatica della Pianura Padana, caratterizzata dal flusso perturbato atlantico, che è particolarmente attivo dall'autunno alla primavera, cioè quando nevicata o può nevicare. In quel periodo a Modena, nonostante il fenomeno del riscaldamento generalizzato, l'inverno è freddo, con delle temperature medie sotto lo zero, nebbioso, e moderatamente nevoso con 25 cm medi annui di accumulo. Invece in estate il clima è afoso con temperature massime ben al di sopra di 35°C.

Mese	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Precip. (mm)	Umidità (%)	Vento
Gennaio	-2	5	43	83	WNW 9 km/h
Febbraio	1	8	45	78	WNW 9 km/h
Marzo	4	13	60	70	ENE 9 km/h
Aprile	8	18	67	71	E 9 km/h
Maggio	12	23	65	69	E 9 km/h
Giugno	16	27	53	68	ENE 9 km/h
Luglio	18	30	43	65	ENE 9 km/h
Agosto	18	29	58	66	ENE 9 km/h
Settembre	15	25	61	69	ENE 4 km/h
Ottobre	10	19	72	76	ENE 4 km/h
Novembre	4	11	81	84	WNW 4 km/h
Dicembre	0	6	61	84	W 9 km/h

Stazione meteorologica

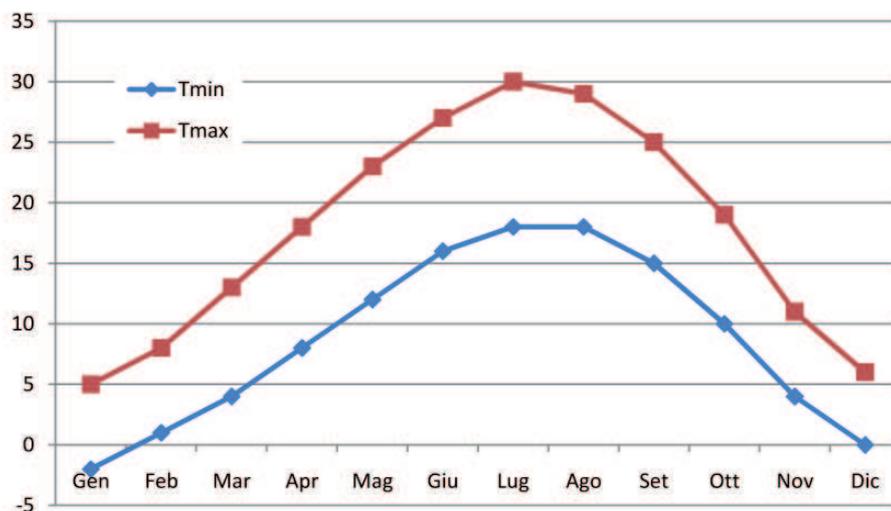
Clima di Modena

Tabella 1.1 *Dati climatici della città di Modena riferite agli ultimi 30 anni*

Se analizziamo le temperature massime e minime medie mese per mese riferite agli ultimi 30 anni, vediamo che questi eventi con temperature molto basse o a contrario molto alte sono puntuali. In effetti le temperature medie sono più ragionevoli, con un mese di Luglio (il più caldo) tra 18°C e 30°C e un mese di Gennaio (il più freddo) tra -2°C e 5°C. La differenza tra le due medie è abbastanza regolare, all'intorno di 7-10°C. Per l'anno 2009, i giorni più caldi sono stati il 23 Luglio, alla pari con il 21 Agosto, con una temperatura massima di 38°C. Sull'altro lato, il giorno il più freddo è stato il 20 Dicembre con una temperatura di -13°C. Per quanto riguarda i record, il massimo storico è stato registrato il 29 Luglio 1985 con 38,5°C e il minimo l'11 Gennaio 1985 quando il mercurio è sceso fino a -15,5°C!

Dati climatici

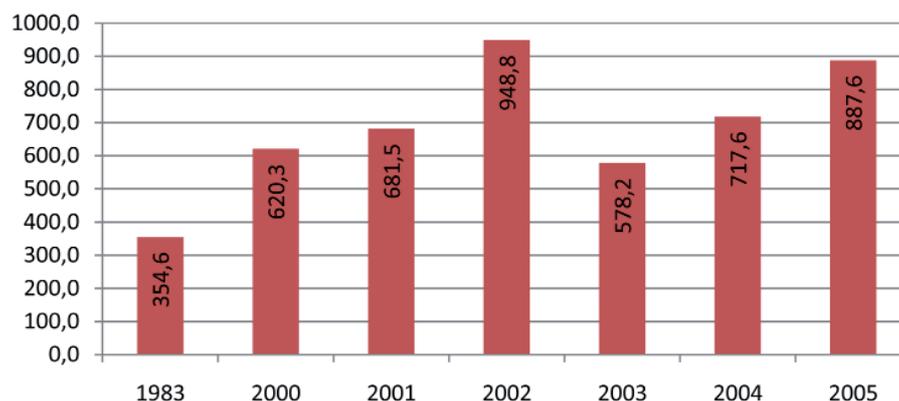
Figura 1.2 Temperature massime e minime medie per mese riferiti agli ultimi 30 anni



Precipitazioni (pioggia)

A Modena precipitano mediamente 650 millimetri di pioggia (considerando anche la neve fusa) ogni anno. A confronto con altre regioni del centro-nord è un valore basso, dato dalla protezione offerta dall'Appennino nei confronti delle correnti umide meridionali. La distribuzione delle quantità è simile nei mesi dell'anno, ma varia il numero di giorni di pioggia: pochi giorni con intensi temporali in estate, molti giorni tra autunno, inverno e primavera ma con precipitazioni più deboli e di lunga durata. La stagione più piovosa è l'autunno, grazie soprattutto al mar mediterraneo ancora caldo, che carica di umidità i venti meridionali. Per quanto riguarda gli anni eccezionali, se consideriamo gli ultimi 30 anni, troviamo il 1983 quando ha piovuto solo 354,6 millimetri. Invece nell'anno 2002 è stato registrato un record con 948,8 millimetri di pioggia.

Figura 1.3 Precipitazioni (pioggia)



Precipitazioni (neve)

Ogni anno, Modena apprezza la neve. Il periodo più favorevole va da fine Dicembre a metà Gennaio, quando circa un terzo delle precipitazioni totali si presentano mediamente sotto forma di neve. Sugli ultimi 30 anni abbiamo visto il 1989 quando è nevicato appena 0,1 cm. Invece nel 2004 sono caduti 92,3 cm. Però questi dati confrontati con la serie storica 1830 – 2000 potrebbe sorprendere perché è risultato che il 14 dicembre 1844 si è registrata la precipitazione nevosa giornaliera più consistente pari a 89,0 cm.

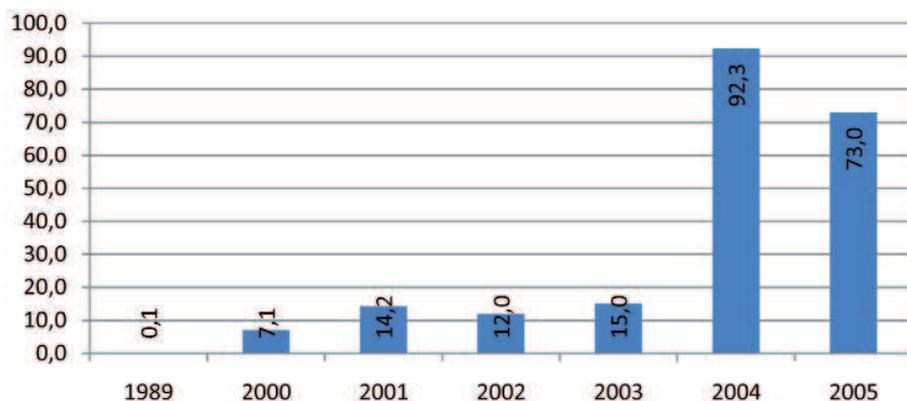


Figura 1.4 Precipitazioni (neve)

Il vento soffia sempre a Modena però con una velocità sempre relativamente bassa e compresa attorno a 4 – 9 km/h. La provenienza media, con tempo stabile, è da W-SW nelle ore notturne e E-NE in quelle diurne. Stagionalmente la velocità è minima in autunno e massima tra la primavera e l'estate, e la direzione è da W-NW in inverno e da E-NE (o E) nelle altre stagioni.

Venti

Infine è anche rilevante consultare l'irraggiamento. Si può analizzare l'irradiazione solare giornaliera mensile su superfici verticali. Questa si avvera classica. Da Settembre a Marzo, il Sole, abbastanza basso nel cielo, illumina maggiormente le superfici a sud, anche quelle a ovest ed est però di minor importanza. Quanto alle superfici a nord, stanno molto all'ombra. Invece nei mesi estivi, cioè da Aprile ad Agosto, il Sole è molto più alto nel cielo e quindi illumina in maniera uguale le superfici a sud, ovest ed est. Quelle a nord ricevono anche molto più di luce che nell'inverno però sempre meno che delle altre.

Irraggiamento

Per quanto riguarda l'irradiazione solare giornaliera media mensile su superfici orizzontali, si vede che nell'inverno, l'irradiazione solare diffusa e la diretta sono quasi uguali e inferiori a 5 W/mq. Questi valori nei mesi d'estate aumentano in maniera notevole, soprattutto per l'irradiazione diretta. Il valore massimo che si calcola nel mese di Luglio è pari a 25 W/mq.

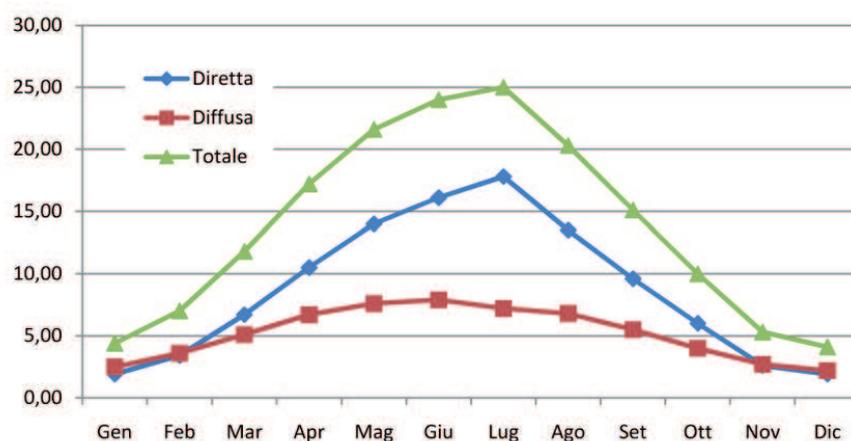


Figura 1.5 Irradiazione solare giornaliera media mensile su superfici orizzontale (fonte: UNI 10349)

Figura 1.6 Carta del Sole a Modena

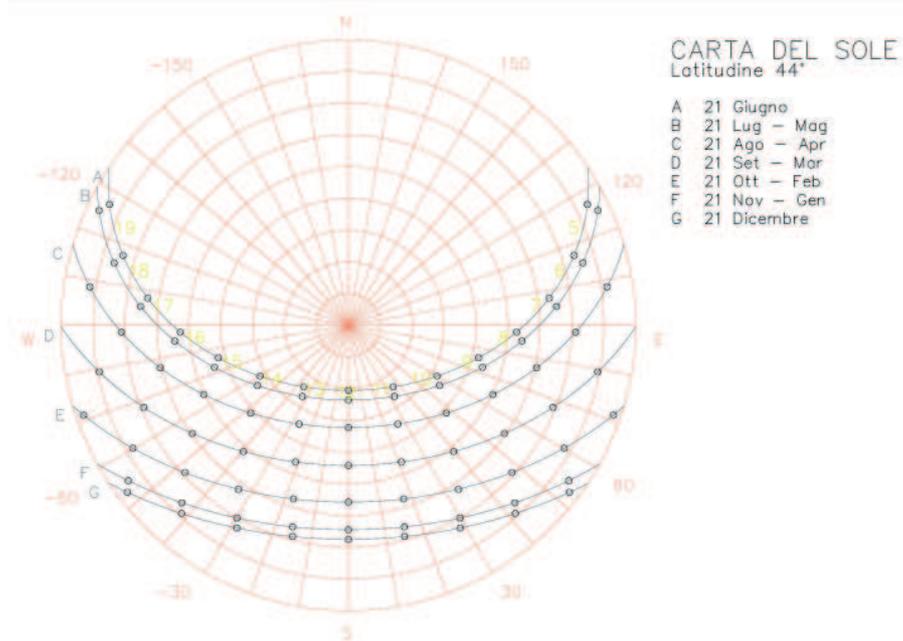
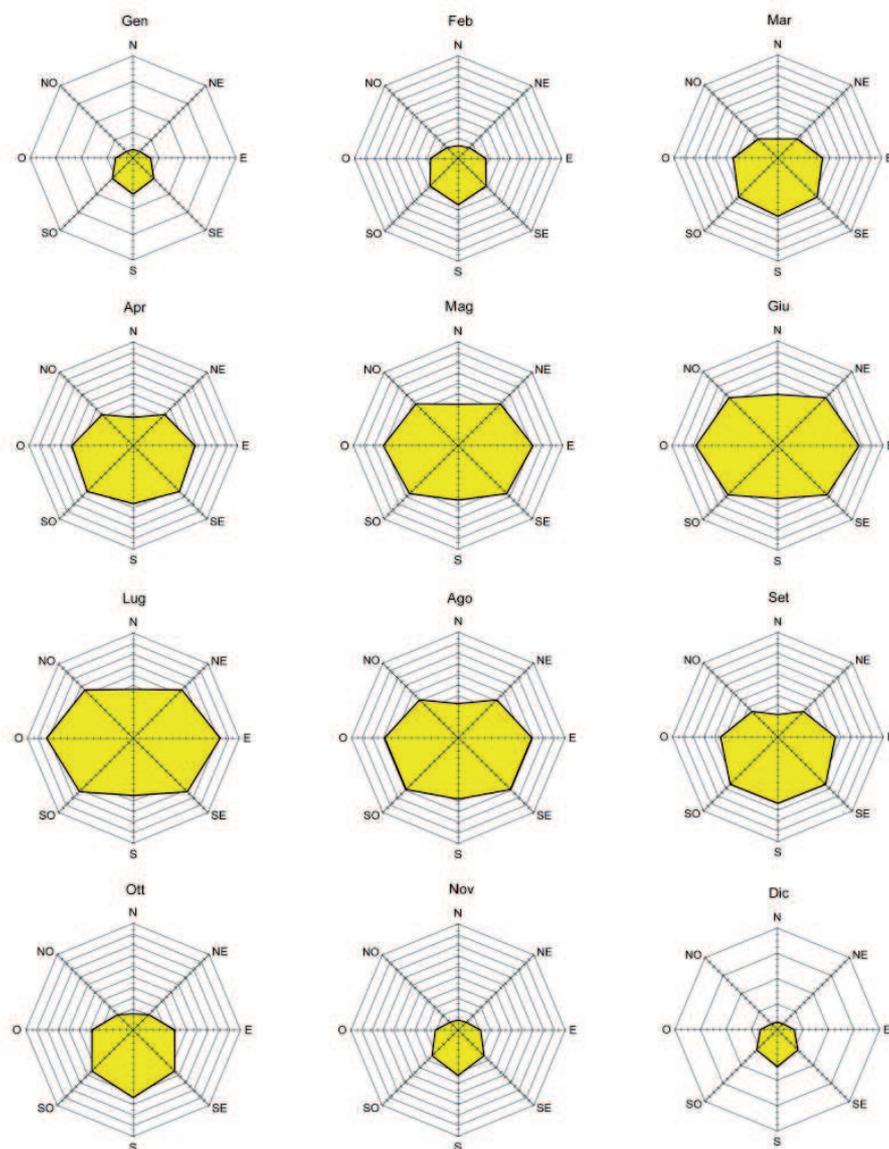


Figura 1.7 Irradiazione solare giornaliera media mensile su superfici verticali (fonte: UNI 10349)



1.6 Analisi demografiche

L'ultima tappa della lettura del contesto consiste nell'analisi della demografia. Il dato acquisito per l'analisi sull'intero territorio della regione Emilia-Romagna riguarda la popolazione residente, aggregato al livello comunale, sul periodo 1991 - 2005. E' interessante attardarsi sulle dinamiche demografiche che evidenziano diversi e specifici aspetti nella recente evoluzione dei fenomeni.

Densità nell'Emilia Romagna

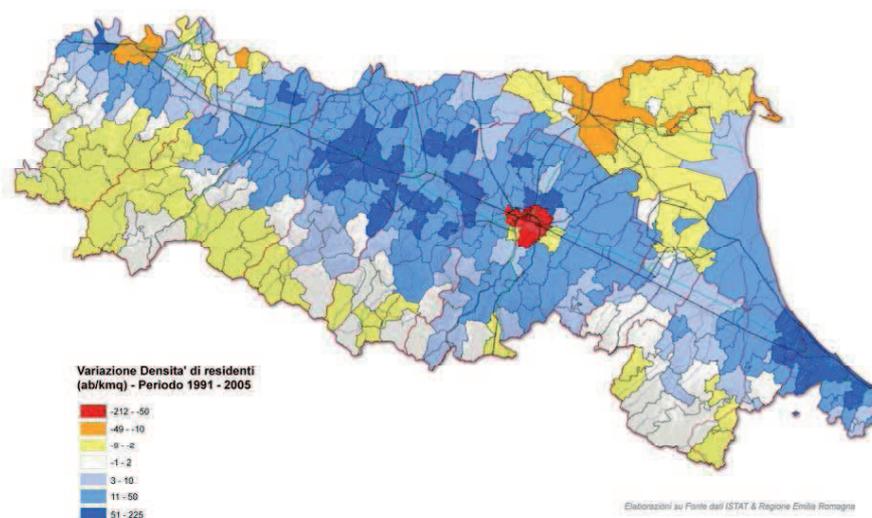


Figura 1.8 *Variazione delle densità di residenti sul periodo 1991 - 2005*

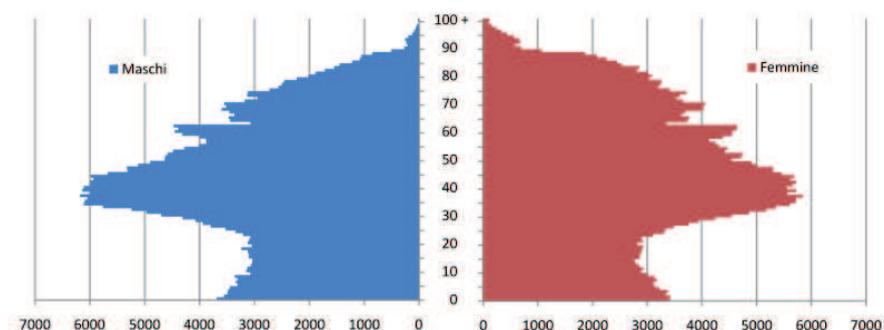
La rappresentazione evidenzia le zone del territorio regionale che hanno manifestato i maggiori incrementi (o decrementi) di densità di popolazione. Si evidenzia una perdita di residenti da parte di alcuni principali capoluoghi: il comune di Bologna, in primis, e i capoluoghi di Piacenza e di Ferrara. Si evidenziano con grande significatività le riduzioni nelle zone montane e collinari delle province di Piacenza e Parma e in parte della provincia di Forlì - Cesena.

Questa rappresentazione evidenzia anche le zone che hanno riscontrato un aumento della popolazione residente. Questo fenomeno è molto espressivo in corrispondenza delle cinture dei principali capoluoghi posti sulla via Emilia, come Parma e Rimini. La crescita è anche chiara nelle zone pedecollinari di Modena e Reggio Emilia, con valori che riflettono la vivace dinamica socio-economica.

Popolazione nella provincia di Modena

Nella provincia di Modena, la piramide delle età è abbastanza simile a quella dell'Italia. Essa mostra una forte erosione alla base, tipica della maggior parte delle Nazioni sviluppate. E' quindi una classica piramide con forma a trottola. Questo fenomeno che pone l'accento sull'invecchiamento della popolazione è dovuto alla diminuzione del tasso di natalità e al contemporaneo aumento del tasso di mortalità. Nei confronti di questo le fasce di popolazione più numerose sono quelle degli italiani nati durante il boom demografico degli anni sessanta.

Figura 1.9 *Popolazione totale per singolo anno di età e sesso al 31 Dicembre 2008*



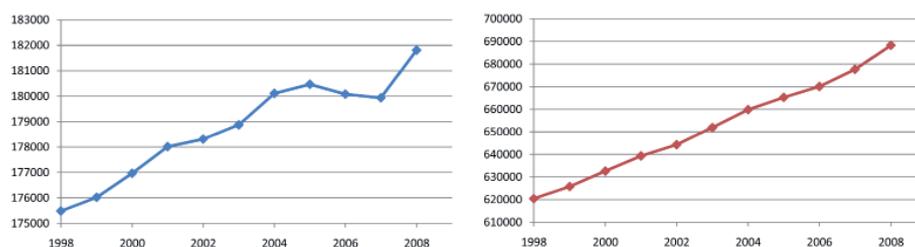
Popolazione nella comune di Modena

Difatti questa tendenza si osserva in particolare anche nel comune di Modena in particolare. Le classi d'età i più rappresentati sono quelli dei 20-39 anni e dei 40-59 anni, cioè le classi di quelli nati all'intorno degli anni sessanta. In generale, la popolazione è in costante crescita. In particolare, nel quartiere Crocetta, vi sono due ampie aree di nuove residenze in costruzione che dovrebbero portare avanti il dinamismo della zona con l'installazione di nuove famiglie.

Tabella 1.2 *Popolazione residente al 31 Dicembre 2008*

Classi d'età	Maschi	Femmine	Totale
< 5 anni	4312	4041	8353
5 - 14 anni	7942	7464	15406
15 - 19 anni	4071	3739	7810
20 - 39 anni	23144	22306	45450
40 - 59 anni	25319	27012	52331
60 - 74 anni	14640	16951	31591
75 e oltre	7682	13184	20866
Totale	87110	94697	181807

Figura 1.10 e 1.11 *Evoluzione della popolazione totale su 10 anni, nel comune (blu) e nella provincia (rosso)*



Immigrazione

Anche la popolazione straniera è presente nella provincia di Modena. E' in costante aumento e nel 2008 rappresentava 11,1% della popolazione residente. E' stata più di quadruplicata dal 1997 quando era pari al 2,6%. La localizzazione di questi immigranti è nella maggior parte nel comune capoluogo, in altri grandi comuni della provincia, comuni dell'area settentrionale e comuni della prima fascia montana. In termini di zona di cittadinanza, si osserva un'ampia prevalenza di africani (44%) che vengono da Marocco, Tunisi e Ghana, ma anche di asiatici (11,3%) da Cina o Pakistan e di europei non comunitari (16,8%) da Albania, Romania, Ucraina e Moldavia. Per

quanto riguarda l'età della popolazione straniera, si nota che è caratterizzata, rispetto alla popolazione complessiva, da una struttura di età più giovane (con 22% di ragazzi fino a 14 anni) e con una quasi totale assenza di anziani. Questo flusso va quindi contro l'invecchiamento della provincia.

	Comuni	Stranieri	Italiani	%	Totale	
	Modena	22857	158950	12,6	181807	
min	San Possidonio	597	3244	15,5	3841	
max	Montefiorino	88	2202	3,8	2290	
comuni confinanti	Bastiglia	440	3570	11,0	4010	
	Bomporto	902	8514	9,6	9416	
	Campogalliano	868	7509	10,4	8377	
	Carpi	7599	59604	11,3	67203	
	Castelfranco Emilia	3349	27178	11,0	30527	
	Castelnuovo Rangone	1412	12539	10,1	13951	
	Formigine	2066	31025	6,2	33091	
	Nonantola	1390	13721	9,2	15111	
	San Cesario sul Panaro	387	5459	6,6	5846	
	Soliera	1134	13969	7,5	15103	
	Spilamberto	1719	10235	14,4	11954	
	Totale provincia		76282	612004	11,1	688286

Tabella 1.3 *Residenti italiani e stranieri distributi nella provincia nel 2008*

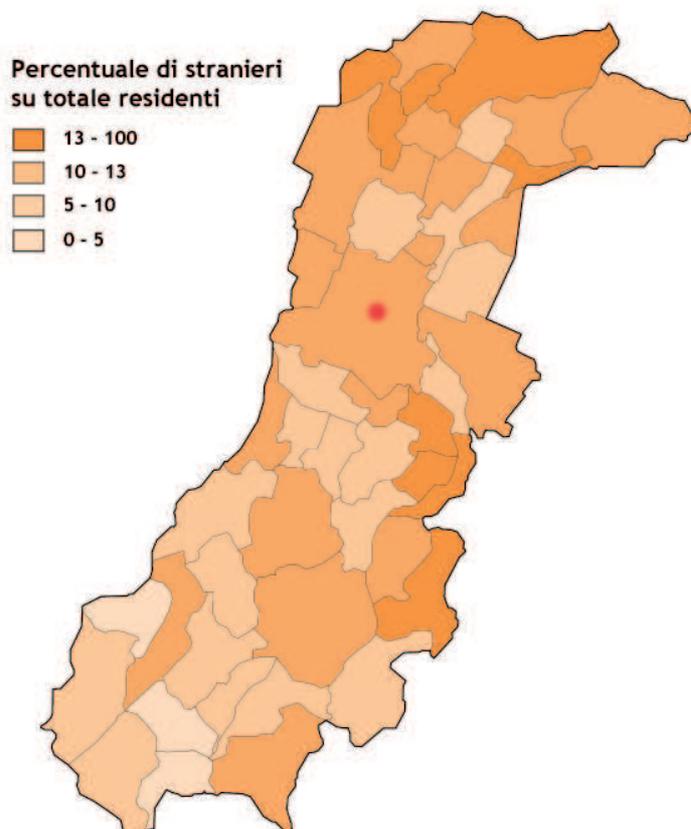


Figura 1.12 *Mappa del percentuale di stranieri sul totale di residenti*

Lavoro Nel periodo 1998 - 2008, il numero di assunti e di licenziati qll'anno nel comune di Modena è sempre aumentato, i licenziati essendo inferiori agli assunti. L'aumento tra il 2006 e il 2007 è impressionante però dovuto ai cambiamenti concernenti gli obblighi di comunicazione dei rapporti di lavoro. Per quanto riguarda i settori d'attività nel 2008, il settore dei servizi è chiaramente dominante con quasi 75% dei lavoratori. Poi viene il settore industriale, ancora attivo ma in grande diminuzione riguardo alla grande epoca industriale di Modena. Infine il settore agricolo è minoritario in numero di lavoratori. L'unico settore per quale il numero di avviati à superiore a quello di assunti è il settore dei servizi.

Figura 1.13 Assunzioni e cessazioni per settore d'attività sul periodo 1998 - 2008

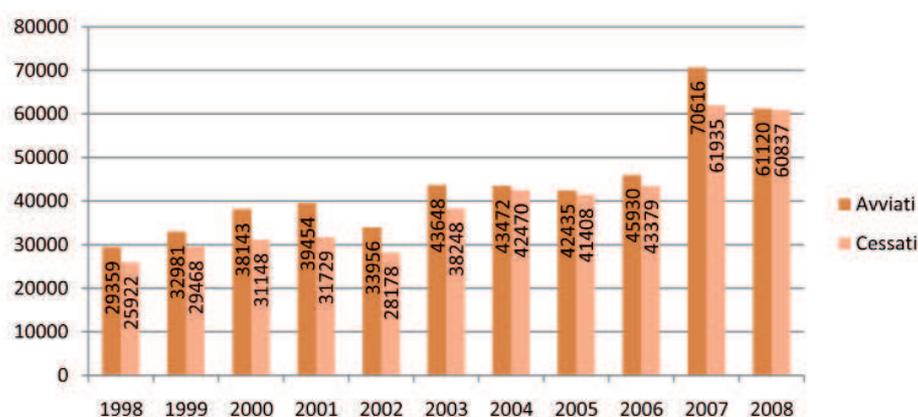


Tabella 1.4 Assunzioni e cessazioni per settore d'attività e sesso nel 2008

Settore d'attività	Avviati			Cessati		
	Maschile	Femmine	Totale	Maschile	Femmine	Totale
Agricoltura	3268	1978	5246	3381	2009	5390
Industria	6844	3586	10430	7207	3692	10899
Servizi	17861	27539	45400	17039	26566	43605
Non indicato	29	15	44	900	43	943
Totale	28002	33118	61120	28527	32310	60837

Capitolo 2

Il contesto storico

Modena ha una storia molto tormentata. Gli eventi che hanno scandito le diverse epoche hanno ancora conseguenza oggi. Hanno scolpito la cultura e lo spirito modenese. Capire questa eredità aiuta a capire il significato storico che sta nelle Fonderie Riunite. Aiuta quindi a rispondere in modo adeguato alla sfida architettonica che rappresenta il recupero di un tal edificio.

2.1 Storia di Modena

Gli eventi memorabili della città

2.2 Storia dell'industria modenese

Racconto del fenomeno di industrializzazione

2.3 Storia dell'edificio

Vita dell'azienda e caratteristiche del fabbricato

2.1 Storia di Modena

Il fregio sottostante offre una visione d’insieme degli avvenimenti che hanno scolpito Modena. Gli eventi principali

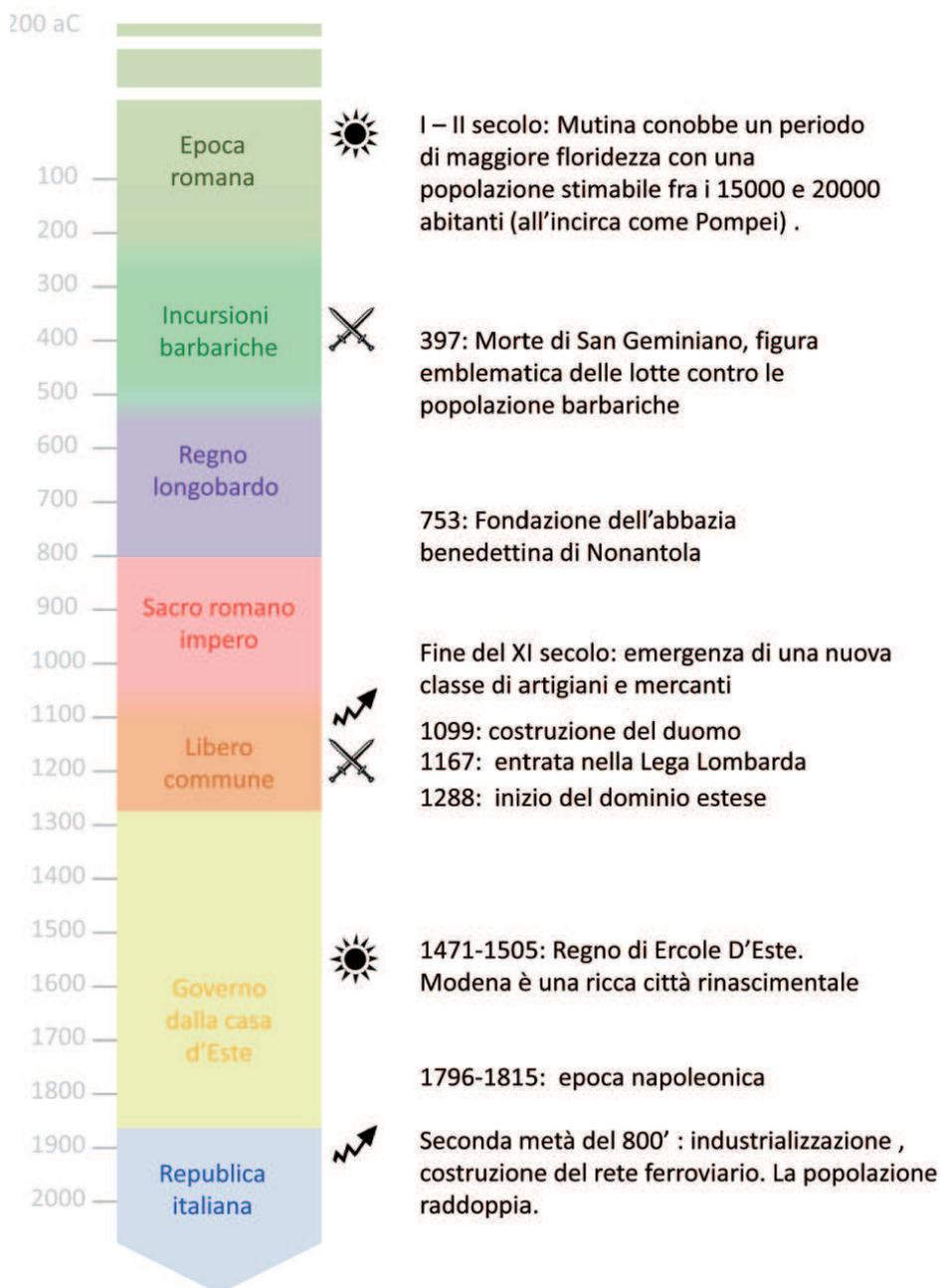


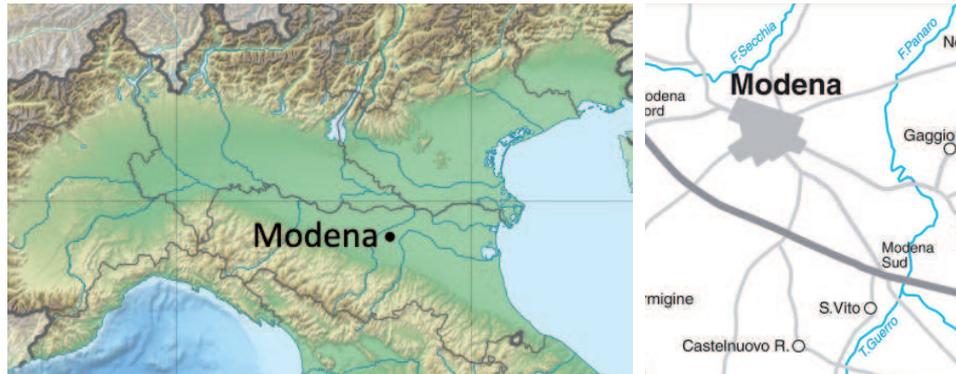
Figura 2.1 Fregio storico

Modena si trova ai confini della pianura del Po e dell’Appennino toscano-emiliano. Il suo territorio è attraversato da una rete fluviale molto densa che raccoglie l’acqua delle montagne vicine. Per molto tempo è stato composto di zone paludose sottomesse a importanti piene. Per stabilirsi lì, gli uomini hanno Una città unita

dovuto imparare a premunirsi contro le inondazioni. Questa iniziazione lunga e laboriosa ha ritmato durante secoli la storia della città.

I primi popoli a insediarsi in quest'ambiente difficile appartenevano alla civiltà delle terramare. Questa civiltà basata sul commercio fluviale si era sviluppata nell'età di bronzo (-1600 a.C.) attorno al Po e ai suoi affluenti. Si caratterizzava da villaggi di palafitte e da opere idrauliche di piccole dimensioni. Entrò in crisi fino a crollare attorno al 1200 a.C.

Figura 2.2 I fiumi vicini a Modena



L'agricoltura mantenne un'occupazione capillare della regione finché un nuovo nucleo urbano si disegnò nell'età etrusca sotto il nome di Mutina. I Romani, grazie alla loro abilità nei lavori di drenaggio, stabilirono e ingrandirono la città. Con la costruzione della via Emilia nel 187 a.C., conobbe uno sviluppo conseguente e si trasformò in un centro commerciale maggiore.

Nel VI secolo, l'impero romano crollò e diventò teatro d'incessanti guerre. A Modena, alle distruzioni umane si aggiunsero disastri climatici a ripetizione. Il disboscamento e l'abbandono dei canali provocarono violente inondazioni e fecero sparire i monumenti antichi.

La città riuscì a riprendersi da questi cataclismi solo dal X secolo. A quest'epoca, i progressi dell'agricoltura indussero gli abitanti a estendere i terreni coltivabili. Scavarono canali per prosciugare la palude e condussero vasti lavori di disboscamento. L'artigianato e il commercio si svilupparono. Furono costruite nuove chiese e fortificazioni.

La rinascita economica esacerbò le cupidigie. La città fu oggetto di molte lotte di potere che si sono finite solo con l'inizio della dominazione della casa d'Este nel 1288. Nonostante i progressi tecnologici, le periodiche inondazioni rimasero incontrollabili. Mantengono la città in uno stato d'insalubrità permanente che la renderà particolarmente soggetta a carestie ed epidemie.

La situazione sanitaria migliorò solo dal 1598, anno durante il quale Modena diventò capitale del ducato estense. I sovrani successivi ebbero a cuore di ripristinare un'immagine della città che fosse pari al suo nuovo statuto. Cesare I (1597-1628) avviò una razionalizzazione del sistema idraulico. Trasformò i canali insalubri in fognature e ristrutturò corsi d'acqua in modo da portare le attività

commerciali nel cuore della città. Francesco III (1737-1780) intraprese un ampio lavoro di riqualificazione urbanistica ma anche la costruzione di un gran numero di palazzi neoclassici.

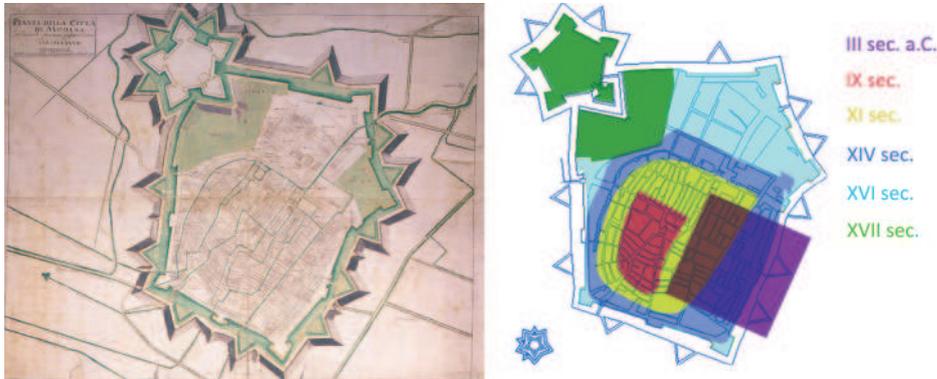


Figura 2.3 Carta storica & evoluzione della città

La seconda metà del XIX fu teatro di avvenimenti sociali e politici, che trasformarono la città. Dopo l'unificazione d'Italia nel 1861, Modena perse il suo statuto di capitale del ducato per diventare una semplice città provinciale. Inoltre, la costruzione della stazione nel 1859 segnò l'inizio del "fenomeno industriale". Molte fabbriche si stabilirono oltre le fortificazioni vicino ai binari. Liberata dalle sue mura storiche, la città conobbe una crescita incredibile che ha modellato la sua struttura attuale.

La storia di Modena è costellata da numerose sommosse e rivolte. Spesso — questo è davvero notevole — queste lotte contro l'oppressore non si ridussero soltanto all'espressione di un malessere socio-economico ma furono anche indotti da un desiderio di emancipazione. Così, nel secolo XI, dopo essersi sottratto al potere episcopale, il popolo decise di affidare il governo della città a un comitato eletto (1126-1288). Un regime di tipo repubblicano sarà istituito tra il 1350 e il 1362. Anche se dureranno un tempo molto breve, queste esperienze sono rivelatrice di una mentalità. Forse si dovrebbe cercare nella violenza delle calamità naturali che hanno colpito la città tra i secoli IX e XI il germe di quella solidarietà civica.

Una città solidaria

Lo splendore del Rinascimento soffocò il sentimento democratico del popolo. Quest'ultimo fu tuttavia ravvivato dal passaggio delle truppe di Napoleone, che diffonderanno i principi della Rivoluzione francese. Durante il Risorgimento, Modena fu sede di un'intensa attività carbonara che trovò nella persona di Ciro Menotti il suo rappresentante più carismatico. Era a capo dei movimenti rivoluzionari della regione ed è noto per essere morto martire, impiccato nel 1831.

Più recentemente, di fronte agli eccessi autoritari dell'epoca fascista, la gente reagì nella linea retta dei loro antenati. Svilupparono una rete di resistenza che è stata una delle più attive in Italia.

La crisi dell'industria metalmeccanica negli anni 60 risvegliò i fantasmi del

passato. I licenziamenti diedero luogo a grandi scioperi. Queste lotte sociali presero una svolta drammatica il 9 gennaio 1960 quando sei persone furono uccise dalla polizia alla periferia delle Fonderie Riunite. Da quel giorno, l'edificio è divenuto un simbolo di solidarietà e di protesta.

2.2 Storia dell'industria modenese

Il territorio di Modena è di tipo alluvionale, non vi si trova un grammo di ferro allo stato naturale. Lo sviluppo industriale della città non si può spiegare con l'abbondanza di materia prima; è dovuto ad altri fattori, meno ovvi.

Le cause dello sviluppo dell'industria a Modena

La vocazione industriale di Modena si spiega in primo luogo da una lunga tradizione di opere idrauliche. Per controllare e prevenire le inondazioni, nel corso dei secoli, gli abitanti hanno dovuto affinare la loro ingegnosità e la loro praticità. L'utilizzo di mulini, di canalizzazioni, di pompe ha abituato loro alla creazione e alla manutenzione di meccanismi complessi.

È molto probabile che la città abbia mantenuto una particolare competenza nella lavorazione del ferro. Non a caso, oggi i cognomi più diffusi nel comune sono Ferrari, Ferri, Ferrarini, Ferraroni, Ferretti.

Un'altra spiegazione per la floridezza dell'industria modenese è la creazione precoce di scuole tecniche. L'imprenditore Fermo Corni creò nel 1921 un istituto incaricato di istruire lavoratori e tecnici specializzati.



Figura 2.4 Istituto Fermo Corni Scuderia Ferrari

Infine, si nota che la crescita nel settore metalmeccanico fu portata dal successo individuale di alcuni personaggi storici della città. Enzo Ferrari ha contribuito ampiamente a stabilire il prestigio e la reputazione di Modena.

La faccia settentrionale di Modena apre la strada al Po e Venezia. Questa posizione strategica la rese, fin dal XVI secolo, una zona privilegiata di scambi. Le attività commerciali si concentrarono particolarmente attorno al Naviglio e alla porta Castello.

Organizzazione spaziale delle attività economiche prima dell'industrializzazione

La porta Castello offriva l'unico accesso al centro fortificato sul lato nord. Il Naviglio era il punto di confluenza di tutti i canali della città. Era attrezzato di un approdo e collegava il comune con la rete fluviale conducendo al Po. (cf. figura 2)



Figura 2.5 Darsena interna; Darsena esterna; Porta Castello

All'inizio del XIX secolo, sotto l'impulso della crescita economica, la zona si estese. Una nuova darsena "il Bacino" fu costruita al di fuori del muro. Una fabbrica di vetro, il Magazzino del sale e la Conceria di pelli si insediarono vicino.

Cominciano a prefigurare quello che sarebbe diventato qualche decennio più tardi, la culla dell'industria modenese.

I primi vagiti dell'industria modenese

La costruzione della stazione tra il 1858 e il 1859 segnò l'inizio simbolico di una nuova era. Dal punto di vista urbanistico, guidò l'estensione della città oltre le fortificazioni. Economicamente, inaugurò il passaggio graduale da un sistema basato su autonomia locale verso una società dei consumi basata su una logica di produzione di massa e di scambi globalizzati.

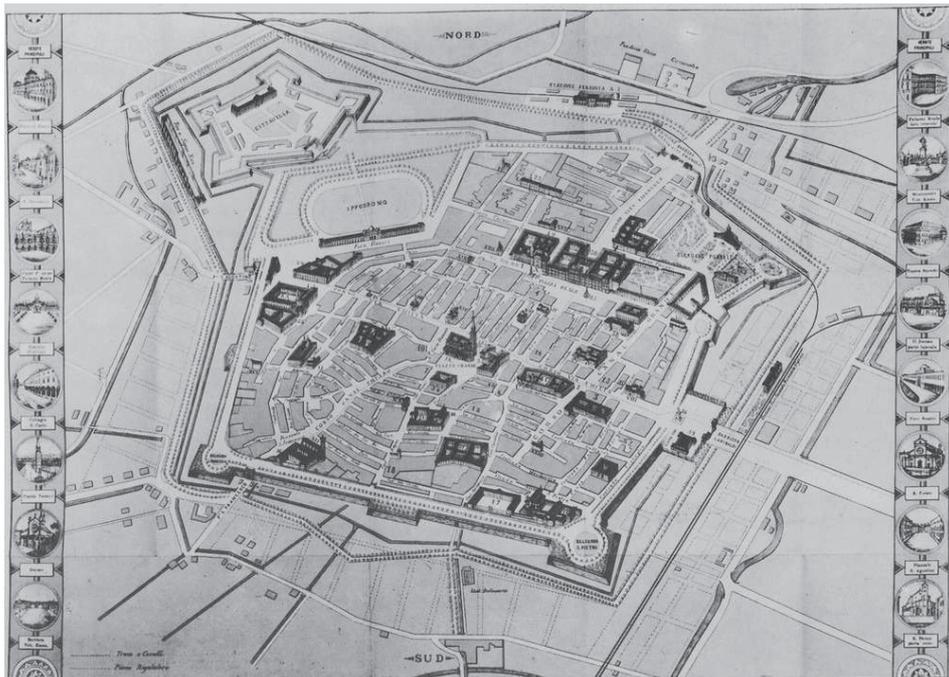
Durante la seconda metà del XIX secolo, il trasporto ferroviario sostituì poco a poco il trasporto fluviale. La darsena interna chiuse nel (1858?). Nuovi opifici si stabilirono nei pressi della ferrovia. La fabbrica della Ghisa (poi Officine Rizzi) aprì nel 1857 per fornir il materiale necessario per estendere la rete ferroviaria. Sarà seguita da le officine Taddeo Giusti (1908), che producevano macchine agricole, il Cottonificio che nel 1913 lasciò posto al Proiettificio Modenese, la Fonderia e Officina Corni (1907) che fabbricava serrature.

Una rete di strade si disegnò intorno a queste fabbriche. L'estensione della città si fece prima in un modo spontaneo poi, poco a poco, seguì una logica urbanistica ponderata. Le fortificazioni, diventate inutili, furono distrutte. Nel 1907, il sindaco Luigi Albinelli stabilì ufficialmente la vocazione industriale della zona settentrionale di Modena.

Figura 2.6 Bonifiche dei terrini; Abbattimento delle mura; Stazione



Figura 2.7 Modena a colpo d'occhio (1890)



I progressi tecnologici trasformarono gradualmente il paesaggio urbano. I tram elettrici sostituirono quelli a cavalli (1912), l'illuminazione stradale migliorò la sicurezza di notte.

La nascita del regime fascista provocò un sostanziale sviluppo dell'industria pesante. Modena beneficiò pienamente di questa dinamica e conobbe un improvviso aumento dell'attività industriale che in precedenza restava timida. Molte fabbriche furono costruite lungo la ferrovia: le Acciaierie Ferriere (1924), la Fiat-Oci (1928), le Fonderie Riunite (1938), la Fonderie Valdevit(1938), la Maserati (1939).

La specializzazione metal-meccanica tra le due guerre

Questi insediamenti attirarono una manodopera abbondante e provocarono la comparsa di nuovi quartieri popolari. Nonostante l'inquinamento, questi quartieri si formarono presso le fabbriche per ovvie ragioni di costi e di praticità.

All'indomani della guerra, le aziende metal-meccaniche conobbero una grave crisi. Una gran parte delle loro attività dedicate alla fabbricazione del materiale militare si fermò. La fine dell'interventismo segnò il ritorno a un'economia di mercato, dove la concorrenza era feroce. I mutamenti economici e il crollo della domanda misero gli imprenditori in una situazione finanziaria delicata. I salari calarono, i ritmi di produzione aumentarono e i licenziamenti si moltiplicarono. In otto anni, a Modena, 30000 operai metalmeccanici persero il lavoro.

La crisi economica del dopoguerra

Le elezioni del 1948 si conclusero con una vittoria dei conservatori e reazionari. Misure furono messe in atto al fine di aumentare la flessibilità degli imprenditori. Al contrario, i diritti dei lavoratori diminuirono. La repressione diventò la risposta ai problemi sociali. Modena e l'Emilia, regioni di tradizione operaia, furono soggette a una negligenza volontaria da parte delle autorità. A volte l'ostilità del governo verso le amministrazioni di sinistra si trasformò in vere guerre istituzionali regolate a colpi di annullamenti di delibere od altri stratagemmi burocratici. Le tensioni tra liberali e comunisti erano alimentate dal turbolento contesto politico internazionale della Guerra Fredda.

Il contesto politico del dopoguerra

I licenziamenti di massa dopo la seconda guerra mondiale riguardarono particolarmente alcune categorie di persone. In primo luogo toccarono militanti di sinistra, considerati come fomentatori. Si concentrarono sui lavoratori qualificati con i salari i più alti. A Modena, assunsero proporzioni allarmanti: il numero dei disoccupati raggiunse 25 000 poi 50 000 persone.

Una soluzione innovativa per la crisi

Per far fronte a questa situazione delicata, il sindaco di Modena non disponeva di alcun sostegno da parte del governo. Non aveva altra scelta che trattare con i mezzi a sua disposizione. Pensò quindi di utilizzare le strutture militari abbandonate dopo la guerra per fornire ai disoccupati spazi dove sviluppare la propria attività. L'area in questione non fu mai disponibile, ma l'idea fu mantenuta. Nel 1953, la città acquisì nella zona ovest della città 15 ettari che trasformò in lotti urbanizzati venduti a prezzo basso. Creò così nel quartiere

della Madonnina il primo villaggio artigiano. L'iniziativa, creata per promuovere la nascita di piccole e medie imprese, era all'epoca assolutamente innovativa. Incontrò un grande successo. Dopo 6 anni, 74 aziende si erano insediate nella zona compresa tra la ferrovia e la via Emilia.

Per soddisfare le numerose richieste (212 erano in attesa), altri villaggi artigiani fioriranno nei decenni successivi :

- il villaggio organico Modena Est nel 1962 a Salice Panaro (38 ettari)
- il villaggio Torrazzi nel 1969 ad Nord Est della città (35 ettari)

Il sistema funzionò perché le imprese create si riveleranno particolarmente ben adattate alla congiuntura economica. Flessibili e specializzate, furono in grado di adattarsi alle fluttuazioni della domanda e far fronte alla concorrenza internazionale tramite un elevato livello di prestazioni.

Se l'industria modenese non è più oggi il gioiello che era, ha tuttavia saputo ispirarsi dal suo passato turbolento per affrontare le sfide della globalizzazione. Sostenuta da un'attività di ricerca molto attiva, essa occupa attualmente un posto di rilievo al livello nazionale.

Figura 2.8 Il villaggio artigiano "Torrazzi"



2.3 Storia dell'edificio

Il primo progetto architettonico proposto per le Fonderie Riunite è stato disegnato nel 1936 dal geometra Giuseppe Scianti. Prevede la realizzazione di un edificio articolato intorno a due parti distinte. Il corpo di testa che si affianca alla via Ciro Menotti ha le dimensioni classiche di una costruzione lungo strada. Alto due piani e lungo 76 m, presenta un aspetto imponente. Un trattamento differenziato del terzo centrale segna l'ingresso principale. Inoltre aiuta a rompere la monotonia della composizione simmetrica. L'organizzazione generale assomiglia a quella di un palazzo neorinascimentale.

L'architettura delle Fonderie

Dietro questa vetrina, si estende lo spazio produttivo. Questa seconda parte presenta una tipologia diversa della palazzina. È tutto su un unico livello e coperta da un tetto a "shed".

L'unicità dell'edificio consiste nell'ampio cortile interno attrezzato da un terminal ferroviario. La composizione della facciata sorprende. Scianti sviluppa un linguaggio razionalista abbastanza pungente. Appropriandosi i principi di

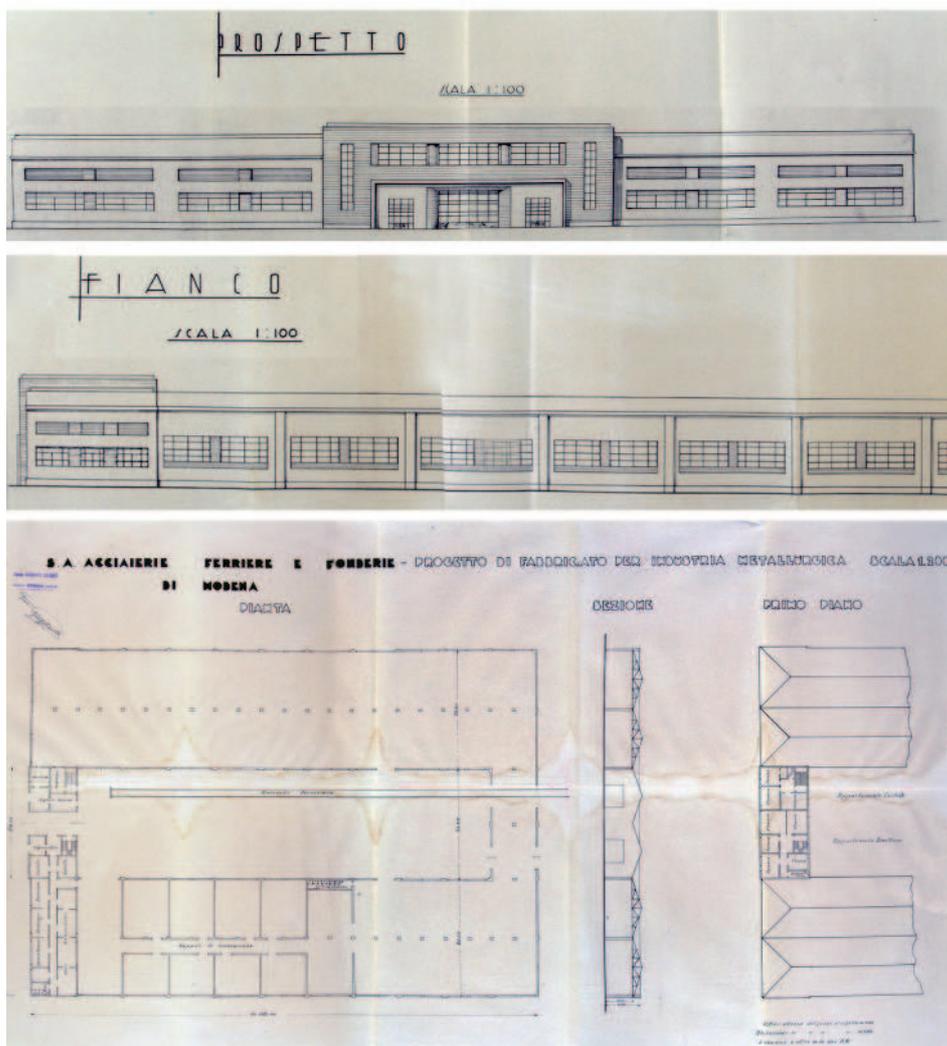


Figura 2.9 Il primo progetto di Giuseppe Scianti

Le Corbusier, propone prospetti puliti e bianchi, traforati da lunghe finestre a nastro.

Quest'estetica improntata da un forte modernismo suscitò la diffidenza della Divisione dei Lavori Pubblici del Comune. Quest'ultima temeva che il fabbricato nuocesse all'armonia del quartiere. Invitò quindi il futuro proprietario a ritoccare il disegno dei prospetti.

L'ing. Alceste Giacomazzi, allora direttore delle fonderie e acciaierie, è incaricato di riprendere il lavoro di Scianti. Nel 1938 propose nuove piante esecutive. Il suo progetto mantiene l'impostazione generale dell'edificio del suo processore. La palazzina crea una transizione tra lo spazio urbano e i capannoni che accolgono gli spazi produttivi. Si compone di una parte centrale sporgente che annuncia l'ingresso e di due ali laterali.

A differenza di Scianti che prolungava le aree di produzione nell'ala nord della palazzina, Giacomazzi introdusse nuovi spazi per i lavoratori fra i quali una mensa e degli spogliatoi. In tal modo rese molto più chiaro il rapporto tra forma e funzione.

Figura 2.10 Vista del quartiere nel 1940



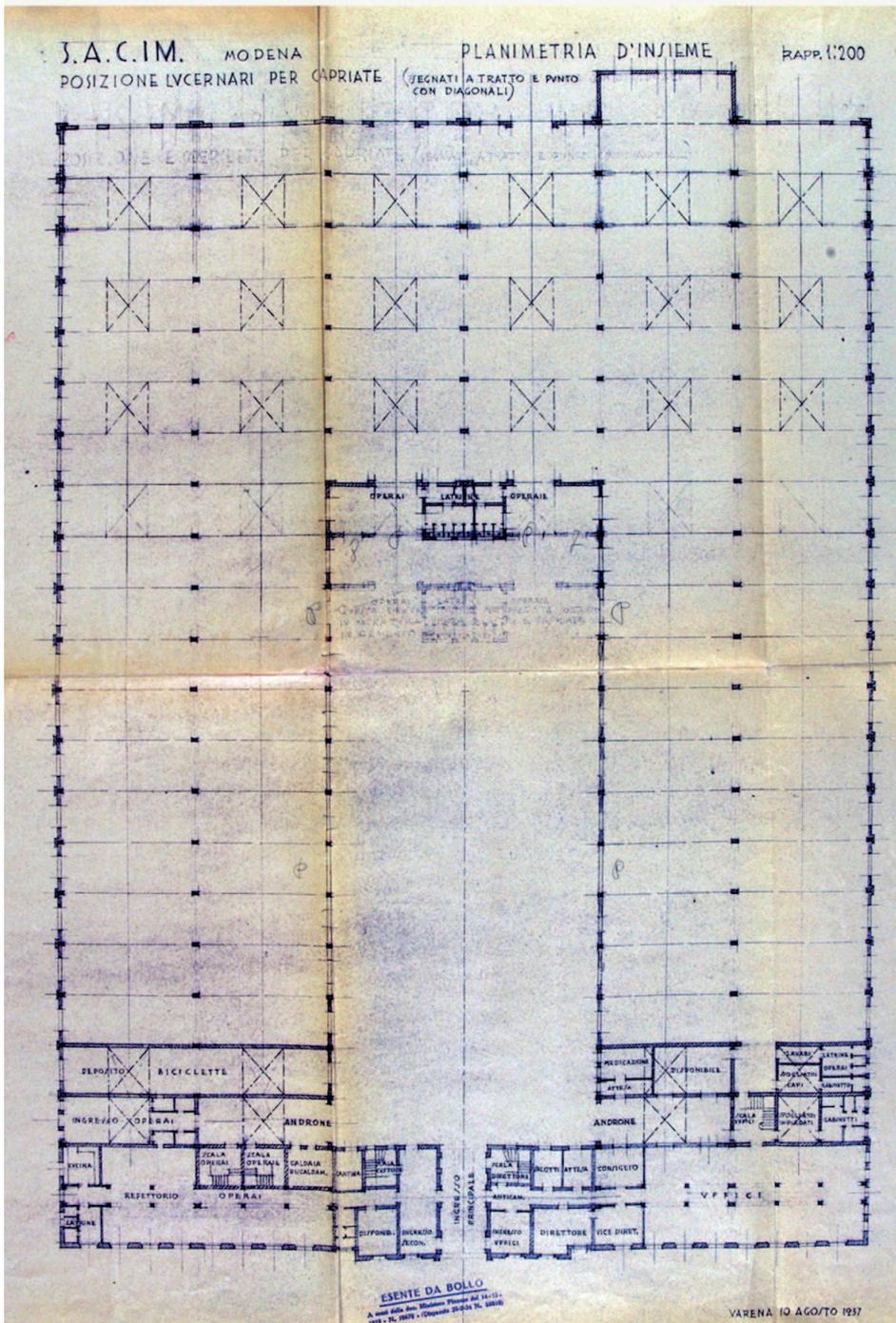
Per quanto riguarda le facciate, il nuovo progetto cambiò completamente l'estetica. L'intonaco bianco lasciò il posto a mattoni a vista tradizionali richiamando l'architettura delle Acciaierie e Ferriere vicine. Le finestre a nastro divennero una serie di aperture regolarmente distanziate, sormontate da un timido cornicione di cemento bianco.

L'idea di portare i treni all'interno della fabbrica fu abbandonata. Il cortile venne ridimensionato di conseguenza. La luce fu stata oggetto di particolare attenzione. Giacomazzi prevede lucernari per garantire un'illuminazione ottimale in tutte gli spazi lavorativi. L'openspace con una superficie iniziale di 5000 mq (?) fu ampliato durante la costruzione. La struttura utilizzata per l'estensione mantiene una maglia ortogonale di 5 m per 13, ma utilizza delle capriate in acciaio anziché in cemento come nel resto dell'edificio.

Il progetto di Giacomazzi cancellò fece venir meno le riserve sollevate dal



Figura 2.11 Il progetto finale



Comune che diede la sua approvazione per l'attuazione. Le fondazioni furono avviate in modo anticipo nel giugno 1937. Il cantiere terminò il 25 gennaio 1940.

L'edificio, come si può osservare ancora oggi, mostra le potenzialità espressive del funzionalismo. La dialettica evidente tra interno ed esterno, ma anche l'uso combinato di mattoni e vetro, richiamano alcuni precedenti famosi come la fabbrica Fagus di Walter Gropius (1911) o la Turbinenfabrik di Peter Berhens (1909). Le fonderie si distinguono anche per la monumentalità. Se il ponte stradale costruito nel 1965 altera la percezione del fabbricato, esso rimane tuttavia un volume "fuori scala" che sembra contenere un intero mondo. La simmetria dell'edificio dà l'apparenza di una basilica, una cattedrale laica del lavoro e dell'industria. Le sue facciate laterali infinite rinviano all'universo metafisico dei quadri di De Chirico.

Figura 2.12 La Turbinenfabrik La fabbrica Fagus



La vita tormentata dell'azienda

Adolfo Orsi creò nel 1938 nel viale Ciro Menotti la "Società Anonima Fonderie Riunite Ghisa Malleabile". Trasferì e ingrandì una piccola fonderia di sua proprietà dal 1929, non molto lontano, nella via Nonantola.

Dalla sua fondazione, l'azienda partecipò all'effetto di guerra e conobbe una crescita ultra-veloce. Nel 1941 impiegava 320 persone al posto delle 83 originariamente previste.

Nel 1943, quando Mussolini fu costretto a rinunciare al potere e che i tedeschi presero possesso del nord dell'Italia, i dipendenti nascosero le macchine per evitare la confisca dall'invasore. Una cellula di sostegno alla resistenza antifascista sorse. Aiutò i partigiani, fece propaganda distribuendo volantini antinazi. Le donne rappresentavano allora la metà dei lavoratori della fabbrica. Sostituivano i loro mariti andati via a combattere sul fronte.

I movimenti di resistenza contribuirono a forgiare un legame forte tra i cittadini e le Fonderie. La fabbrica diventò, dopo l'armistizio, il centro di un'importante vita sociale. La mensa era utilizzata per riunioni di quartiere e congressi dei partiti democratici. Il sabato sera e la domenica in inverno, si ballava. Durante l'estate, il ballo all'aperto, molto popolare, riuniva gente da tutta la città.

Dopo le elezioni del 1948, Orsi tentò di approfittare del clima di repressione e del sostegno delle autorità per ridurre i diritti dei lavoratori. Il clima sociale si degradò fortemente. I conflitti tra titolare e dipendenti si moltiplicarono. Stabili un rapporto di forza che sarebbe scomparso solo nel 1966 con l'acquisizione

dell'impresa da parte dei dipendenti.

Ecco una cronologia degli eventi principali che ritmarono la vita dell'azienda in questi difficili anni:

23 Giugno 1948: Orsi annunciò una serrata di tre giorni, pensando allora di fare pressione sui sindacati per stringere il regolamento della fabbrica e licenziare 26 lavoratori. Dopo tre giorni di conflitto, il braccio di ferro girò a favore del personale che riuscì a evitare licenziamenti.

9 Gennaio 1949: nel corso di una manifestazione contro gli attacchi alla libertà sindacale, la polizia se la prese con i manifestanti. Ferì 15 persone.

7 Febbraio 1949: Orsi proclamò una serrata all'Alfieri Maserati e alla Candele e Accumulatori Maserati, privando di lavoro 720 persone. Questa volta il sindacato fu costretto ad accettare un accordo umiliante. La metà dei dipendenti fu licenziata, tra i quali figurano tutti gli impiegati sindacali e gli attivisti dei partiti di sinistra.



Figura 2.13
*Manifestazioni davanti il
fabbricato*

Luglio 1949: la FIOM accettò una riduzione nella gratifica di produzione di 4 milioni al mese.

11 Novembre 1949: Orsi chiese una nuova riduzione della libertà sindacale e minacciò di licenziare 120 persone. La FIOM si oppose e rifiutò i compromessi.

5 Dicembre 1949: una seconda serrata iniziò. Per rappresaglia della rigidità dei sindacati, Orsi dichiarò il licenziamento di tutto il personale. Durante tutto il mese di dicembre, l'attività rimase sospesa. Nonostante vari tentativi di mediazione in fabbrica, all'ufficio del lavoro o presso la prefettura, Orsi non volle ritornare sulle sue pretese liberticide. Le trattative sfociarono in un vicolo cieco. Nessuna delle



Figura 2.14 *Il 9 gennaio
1950*

due parti era disposta a piegarsi. La FIOM e la Camera del Lavoro annunciarono uno sciopero generale di sostegno previsto per il 9 gennaio.

9 Gennaio 1950: Orsi beneficiò del sostegno delle autorità. Il giorno prima, 1.500 poliziotti, dotati di mezzi corazzati e pedantemente armati, furono schierati in città. All'alba, una folla enorme (oltre 100.000 persone) affluì da tutta la provincia. L'intero comune fu mobilitato. I negozi erano chiusi e le fabbriche funzionavano al rallentatore. Il diritto di manifestare su una delle piazze della città era stato negato quindi i dimostranti si ammassarono nei pressi della fonderia. Poi la situazione degenerò. Un uomo, cercando di dialogare con la polizia, fu ucciso da un colpo di pistola e la mitragliatrice situata sul tetto aprì il fuoco sulla folla inerme. I manifestanti fuggirono nella confusione mentre militari continuavano le loro sevizie. Alla fine, sei giovani furono uccisi e decine furono feriti. Molti non osarono presentarsi in ospedale per paura d'essere arrestati.

Figura 2.15 *Funerali dei sei lavoratori uccisi davanti alle fonderie*



11 Gennaio 1950: i funerali delle sei vittime raccolsero una folla enorme. I 240 parlamentari dell'opposizione, senatori e deputati, elaborarono un testo che denunciava le violazioni dei diritti del lavoro.

13 Gennaio 1950: Orsi fu costretto a ritirarsi temporaneamente dalla gestione dell'impresa che cambiò il sistema sociale e divenne la "Fonderia di Ghisa Malleabile".

27 Gennaio 1950: i disordini politici derivanti dagli incidenti del 9 gennaio provocarono un cambiamento di governo.

Luglio 1952: Adolfo Orsi riprese il controllo della fabbrica grazie alla nomina di un nuovo direttore, il dottor Sinigaglia.

1953: l'azienda divenne proprietà di Marcello, il fratello di Adolfo. Questi si rivelò un pietoso amministratore che, per indifferenza e incompetenza, diede carta bianca al suo direttore. Sinigaglia diresse la fabbrica, il bastone in mano, respingendo coloro che si opponevano al suo potere dittatoriale. Il licenziamento dei migliori lavoratori, la mancanza di rinnovo dei macchinari e il clima pesante che prevaleva nelle officine nuocevano alla produttività. L'azienda sprofondò gradualmente in una crisi che ci vollero anni a risanare.

13 Aprile 1954: gli eccessi autoritari di Sinigaglia causarono l'apertura di un'inchiesta sulle condizioni di lavoro degli operai nella fabbrica.

1962: Marcello Orsi cedette le sue quote al figlio Antonio. Un nuovo gruppo di direzione prese le redini e, cosciente dei veri problemi dell'azienda, lanciò degli investimenti per rinnovare le macchine ormai obsolete e ripristinò il dialogo con

il sindacato.

22 Dicembre 1965: le riforme avviate da Antonio arrivarono troppo tardi. L'indebitamento era così elevato che fu costretto a cedere l'attività. Renzo Bompani, il nuovo dirigente s'impegnò a risanare le finanze dell'azienda.

1 Gennaio 1966: Bompani espresse la volontà di licenziare centinaia di dipendenti e, evacuando una parte dei macchinari, fece temere un tentativo di messa in liquidazione. I lavoratori reagirono occupando la fabbrica per 52 giorni.

22 Febbraio 1966: il conflitto portò all'adozione di un nuovo sistema d'amministrazione controllata in cui i rappresentanti del personale ottenevano un peso significativo.

25 Giugno 1966: al fine di evitare la liquidazione dell'azienda, i dipendenti acquistarono le quote del Bompani e divennero proprietari delle Fonderie. La municipalità portò un contributo decisivo al mantenimento dell'attività, agendo come un garante dei prestiti dei lavoratori presso le banche.

L'inizio dell'autogestione inaugurò un lungo periodo di ricostruzione, durante il quale i lavoratori dovettero fare evolvere l'azienda in maniera tale da soddisfare le nuove esigenze del mercato. Questi mutamenti portarono nel 1972 a un cambiamento di statuto: le Fonderie smisero di essere una corporazione e si trasformarono in cooperativa a responsabilità limitata. La strategia scelta fu quella di un ridimensionamento delle operazioni e una forte specializzazione. Nel 1983, lo stabilimento di viale Ciro Menotti divenne troppo grande e fu abbandonato. Le attività furono trasferite in via Zarlatti nella Cooperativa Fonditori. Quell'anno segnò la fine di 45 anni di vita tumultuosa che avranno lasciato un'impronta indelebile nella storia di Modena.

Quando la fabbrica smise di operare nel 1983, l'edificio fu acquistato dal Comune. Servi per un breve periodo per ospitare concerti e altre iniziative destinate ai giovani. Nel dicembre 2000, l'azienda USL propose di trasformare l'edificio nella sua sede amministrativa dove riunire in un unico luogo la Direzione Generale, le attività afferenti alla Prevenzione e gli archivi della società. Alla fine, le tergiversazioni della municipalità compromisero il progetto.

[I progetti di recupero](#)

Nel novembre 2005, alcune voci nella stampa affermarono che il Comune vendeva il terreno provocando la reazione della popolazione. Gli abitanti temevano l'alterazione o la distruzione di un edificio simbolico del passato della loro città. A seguito di queste polemiche, l'amministrazione comunale si impegnò a non vendere l'edificio e a cercare una soluzione con il contributo dei cittadini.

Queste promesse si concretizzarono il 9 gennaio 2007 con l'avvio di un progetto partecipativo promosso dal sindaco. La consultazione pubblica, fatta di tavole di confronto e di laboratori, sboccò cinque mesi dopo nella definizione di un nuovo programma funzionale per l'edificio. Il progetto, sempre in corso, consiste

nella realizzazione di un importante centro di ricerca, formazione e aggregazione sociale. Si distingue per la sua natura multidisciplinare. Vi si svilupperanno attività artistiche così come scientifiche o tecnologiche. L'acronimo DAST (design, arte, scienze, e tecnologia) utilizzato per denominare il progetto si riferisce alla miscela di culture voluta dai suoi promotori.

L'ultima tappa verso il recupero delle Fonderie è stata l'organizzazione di un concorso internazionale di architettura sulla base dei risultati del processo partecipativo. Questo concorso si è concluso il 10 gennaio 2009. Il gruppo di lavoro guidato dall'architetto Sofia Cattinari si è classificato primo. Fino ad oggi, la programmazione del cantiere rimane sconosciuta. Tuttavia il progetto continua a essere oggetto di scambi con il pubblico.

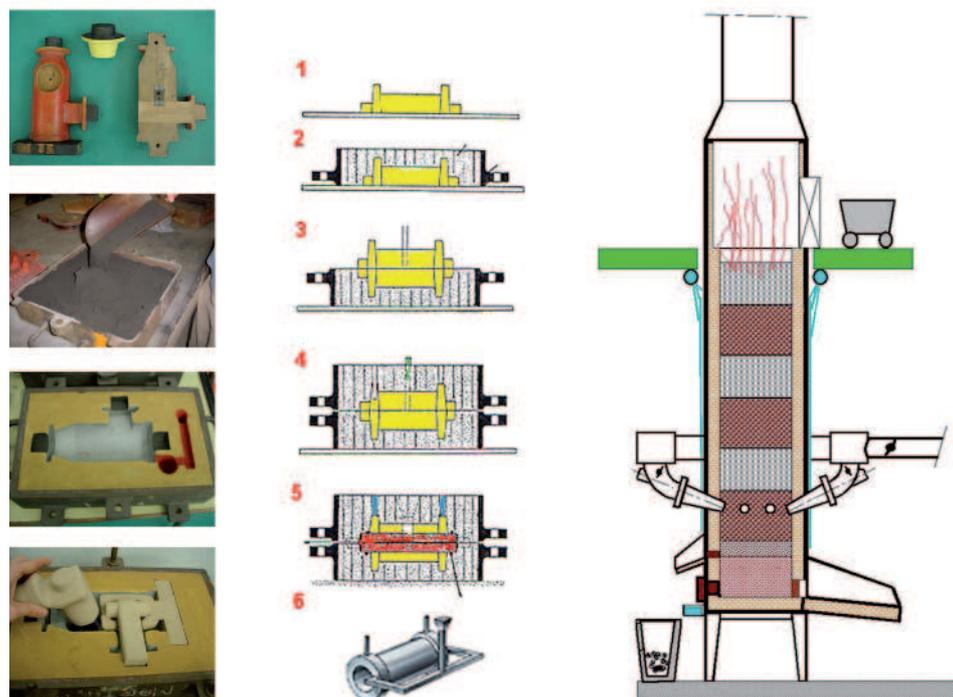
Dal 19 dicembre 2009 al dicembre 2010, un collettivo artistico Risk-art è penetrato nella fabbrica e ha costruito un'installazione temporanea che evoca il tumultuoso passato dell'edificio.

Il 31 maggio 2010, il comune ha presentato ai cittadini il progetto vincitore. La presentazione si è conclusa con un dialogo con gli abitanti che hanno potuto esprimere le loro opinioni.

L'attività Le Fonderie Riunite erano fonderie di seconda fusione. Queste trasformano blocchi di materia pura in prodotti finiti come pezzi di motori, parti di veicoli industriali, caldaie, tubi e raccordi. Il processo produttivo si svolge in più fasi:

- *Elaborazione del modello.* Un modello è una riproduzione di legno della forma da realizzare. È separabile in due parti il cui assemblaggio ricostituisce l'oggetto voluto.

Figura 2.16 Diversi fasi del processo industriale; Schema di un cubilotto



- *Elaborazione dello stampo/formatura.* Ciascuna delle due parti è stampata in negativo in un impasto speciale denominato “ terra di fonderie”. Questo impasto è costituito da sabbia silicea, creta, acqua e speciali additivi. È contenuto in telai di metallo, denominati “staffe”. Le due staffe complementari, una volta assemblati, definiscono un vuoto che corrisponde al volume da riprodurre.

- *Elaborazione delle anime.* Per ottenere oggetti cavi, è necessario creare tra le due staffe delle riserve. Per fare questo, si utilizzano corpi che possono essere facilmente disaggregati dopo la fusione. Le anime si compongono da una miscela di sabbia, olio e altri minerali.

- *Fusione e colata.* Il forno che permette di ottenere il metallo fuso si chiama cubilotto. Ha la forma di un cilindro verticale. I blocchi di metallo puro utilizzati come materie prime sono introdotte nella parte superiore. La parte inferiore permette di introdurre l’aria comburente e di scaricare le scorie. Il metallo fuso esce del cubilotto a una temperatura di circa 1500°C. Viene spillato all’interno di una specie di pentolone con un beccuccio, la siviera.

- *Finizioni.* Una volta il metallo colato nello stampo poi raffreddato, si devono eliminare le parti in eccesso lasciate dai canali di colata e dalla giunzione imperfetta delle due staffe. Numerose operazioni possono essere eseguite per ottenere un trattamento soddisfacente delle superficie. Ad esempio, si prosegue molto spesso alla levigatura dell’oggetto con un getto di sabbia ad alta pressione.

Capitolo 3

Rilievo dello stato di fatto

Vera prima tappa del recupero, il rilievo dello stato di fatto consiste nello studio approfondito dell'area di progetto e dell'edificio in se stesso. Il processo è diviso in diverse fasi iniziando con il rilievo fotografico, poi il rilievo geometrico-materico, il rilievo tecnologico e infine il rilievo del degrado.

3.1 Rilievo fotografico

Panoramica di edifici e spazi notevoli attorno all'area di progetto

3.2 Rilievo geometrico-materico

Verifica delle piante e analisi dei materiali

3.3 Rilievo tecnologico

Elenco delle stratigrafie e dei nodi dell'edificio

3.4 Rilievo del degrado

Analisi dei degradi presenti e proposte di soluzione

3.1 Rilievo fotografico

Il rilievo fotografico consiste in una raccolta d'informazioni inerenti al complesso edilizio e al suo contesto.

Nella prima parte del rilievo sono state realizzate le schede fotografiche. In ciascuna scheda sono presenti informazioni di diverso genere: il luogo dal quale è stata scattata la fotografia, l'oggetto rappresentato, i dati della ripresa (giorno, ora, tipo di macchina, risoluzione, colore e messa a fuoco), nonché una mappa che ne determini la localizzazione. Con questi documenti si è costituito una sorta di archivio fotografico, perfetto punto di partenza per il nostro lavoro progettuale, così come aiuto in fase di rilievo dello stato di fatto. La peculiarità delle schede fotografiche però è la loro capacità di evidenziare particolari rilevanti, condizioni al contorno dell'edificio e viste prospettiche, con lo scopo finale di formare un catalogo che fornisca riferimenti in fase progettuale.

Rilievo nel quartiere

Nelle pagine successive si trovano pertanto le schede fotografiche sopra citate. Le prime mostrano il quartiere nel suo contesto: gli edifici più interessanti, le aree in fase di riqualificazione e le zone verdi. Le schede successive invece si focalizzano precisamente sulla nostra area progettuale: il parco, le facciate dell'edificio, alcune viste, interne ed esterne, e gli elementi particolari.

Rilievo nel lotto

La seconda parte del rilievo consiste nella sintesi delle informazioni precedentemente raccolte: queste vengono raggruppate intorno ad una pianta generale in cui sono presenti le zone analizzate (il quartiere intero o la singola zona di progetto) e presentate in due tavole A3, una per ogni zona.

Tutte le foto sono state realizzate con fotocamere digitali, durante i diversi sopralluoghi effettuati, siano essi quelli per la ricognizione del quartiere o per l'osservazione specifica dell'edificio. Alcune foto hanno però verosimilmente fonti terze.

Fonti

Scheda di rilievo fotografico

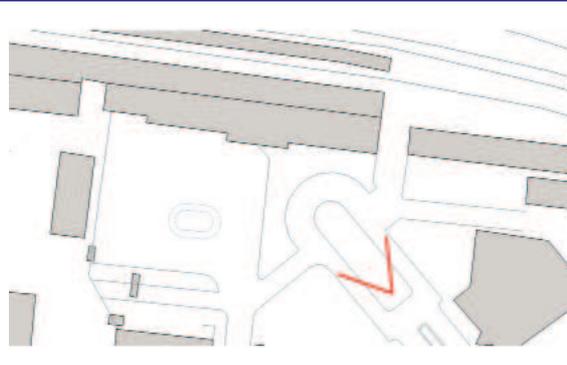
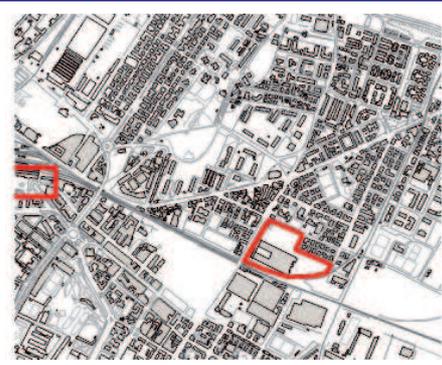
SRF.01



Luogo	Modena, Piazza Dante Alighieri
Oggetto	Stazione FS
Data	09.10.2009
Ora	14:23
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2560x1920 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:2000



Scheda di rilievo fotografico

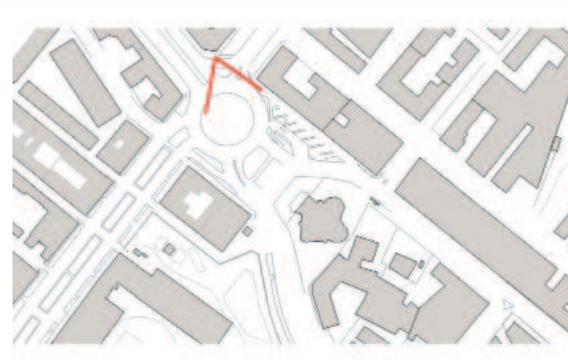
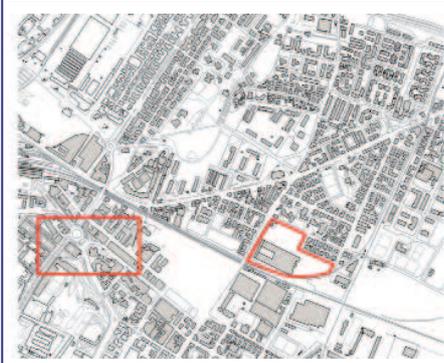
SRF.02



Luogo	Modena, Piazzale Natale Bruni
Oggetto	Tempio
Data	09.10.2009
Ora	14:21
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2560x1920 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:5000



Scheda di rilievo fotografico

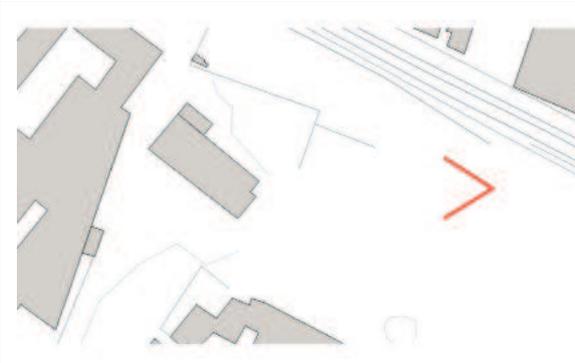
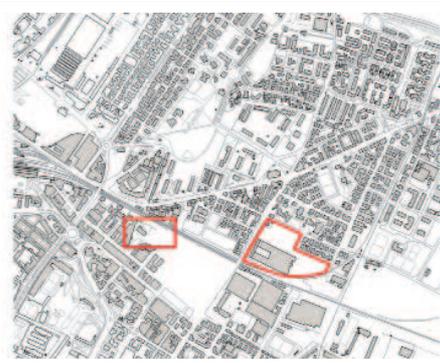
SRF.03



Luogo	Modena, Via Stanguellini
Oggetto	Recupero della casa natale di Enzo Ferrari
Data	09.10.2009
Ora	11:23
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	4000x3000 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:2000

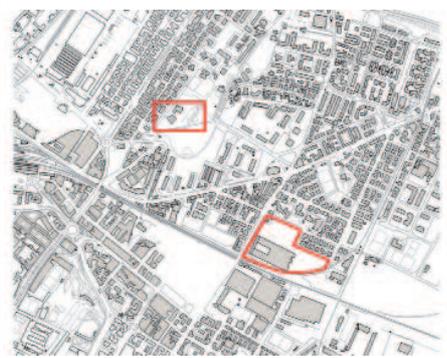
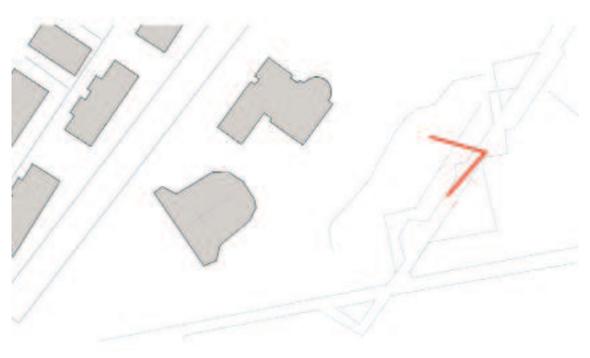


Scheda di rilievo fotografico

SRF.04

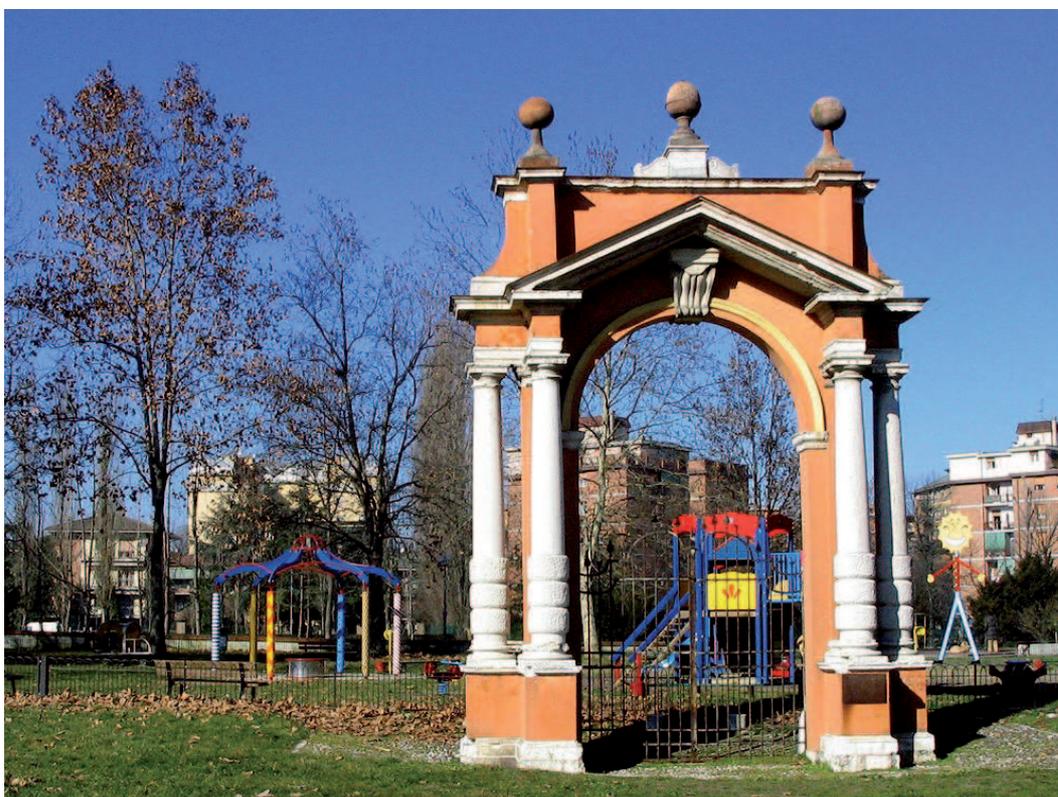


Luogo	Modena, Via Emilio Diena
Oggetto	Chiesa San Giovanni Evangelista
Data	24.02.2008
Ora	15:50
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale
Risoluzione	742x1000 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

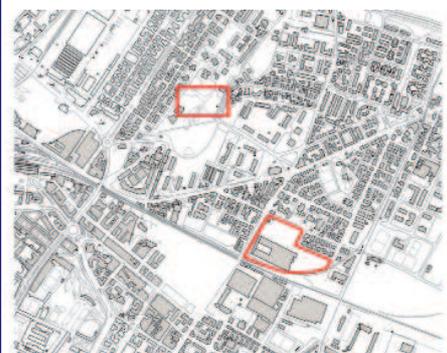
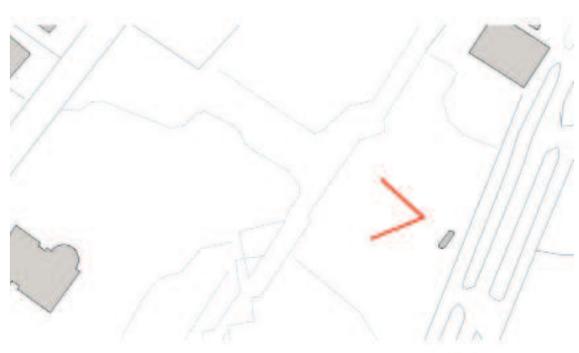
Inquadramento 1:30000	Localizzazione 1:2000
	

Scheda di rilievo fotografico

SRF.05



Luogo	Modena, Parco XXII Aprile
Oggetto	Porta della Villa Pentetorri
Data	19.10.2008
Ora	12:43
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale
Risoluzione	1000x750 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000	Localizzazione 1:2000
	

Scheda di rilievo fotografico

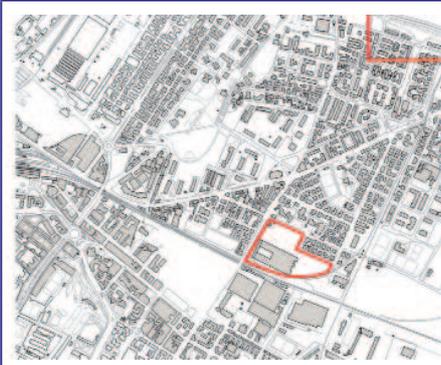
SRF.06



Luogo	Modena, Via Stelvio
Oggetto	Parco
Data	19.10.2009
Ora	14:03
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2048x1536 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:5000



Scheda di rilievo fotografico

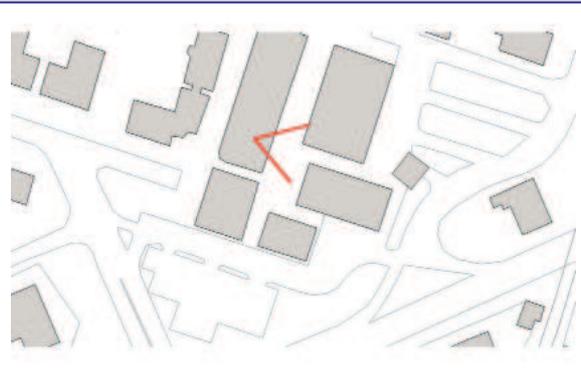
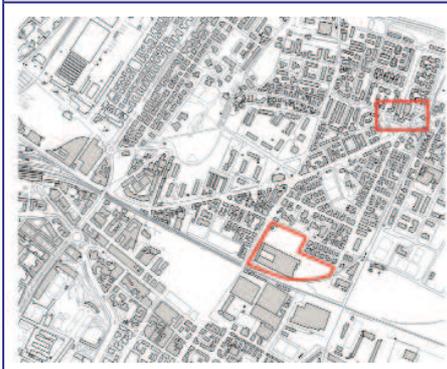
SRF.07



Luogo	Modena, Via Nonantola
Oggetto	Centro Commerciale Torrenova
Data	19.10.2009
Ora	13:28
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2048x1536 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:2000



Scheda di rilievo fotografico

SRF.08



Luogo	Modena, Via Santa Caterina
Oggetto	Campo con capre
Data	14.10.2008
Ora	10:43
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale
Risoluzione	1000x663 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

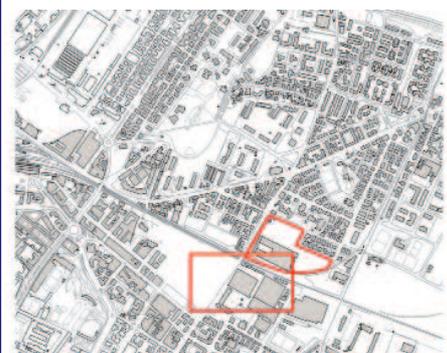
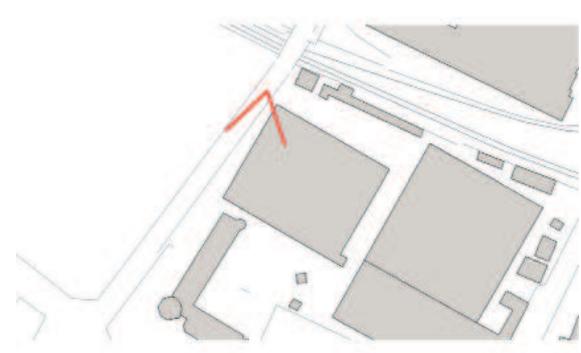
Inquadramento 1:30000	Localizzazione 1:5000

Scheda di rilievo fotografico

SRF.09



Luogo	Modena, Viale Ciro Menotti
Oggetto	Maserati SPA
Data	14.10.2008
Ora	10:33
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale
Risoluzione	1000x659 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000	Localizzazione 1:5000
	

Scheda di rilievo fotografico

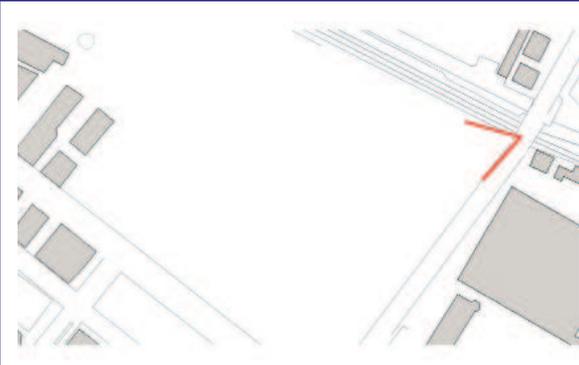
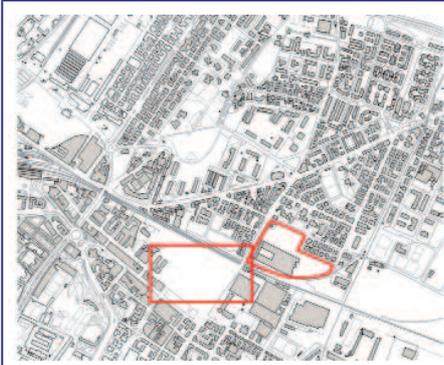
SRF.10



Luogo	Modena, Via Paolo Ferrari
Oggetto	Ristrutturazione "ex-Acciaieria"
Data	09.10.2009
Ora	14:02
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	1920x2560 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

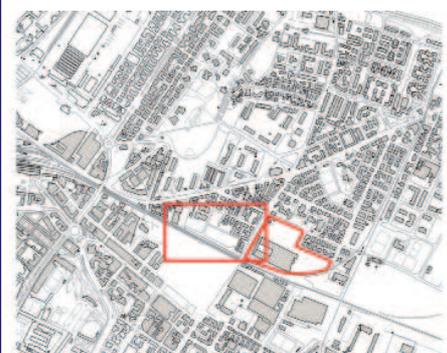
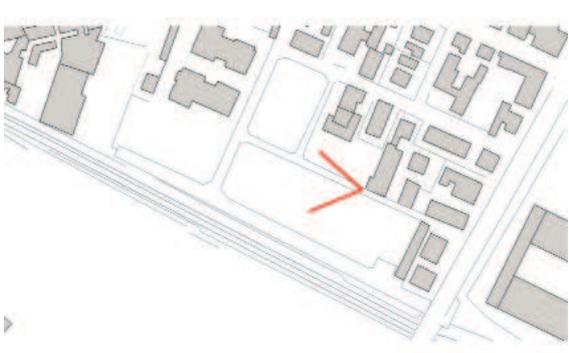
Localizzazione 1:5000



Scheda di rilievo fotografico	SRF.11
-------------------------------	--------



Luogo	Modena, Via Luciano Manara
Oggetto	Costruzione di edifici residenziali
Data	19.10.2009
Ora	15:18
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2048x1536 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000	Localizzazione 1:5000
	

Scheda di rilievo fotografico

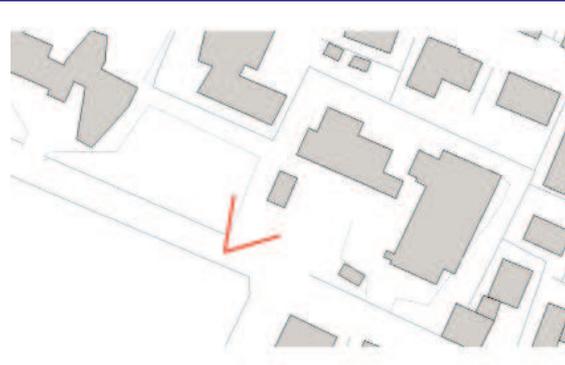
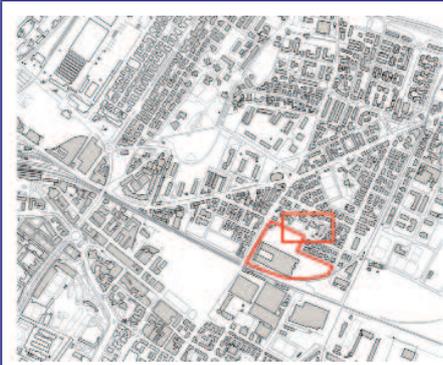
SRF.12



Luogo	Modena, Via Santa Caterina
Oggetto	Torre
Data	19.10.2009
Ora	12:12
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2048x1536 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:2000

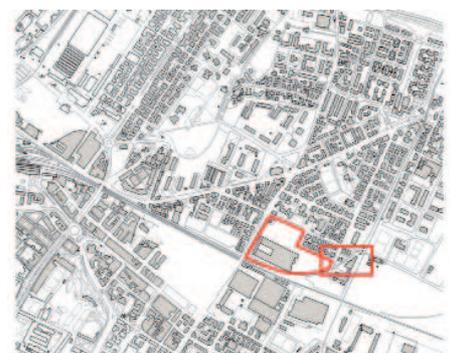
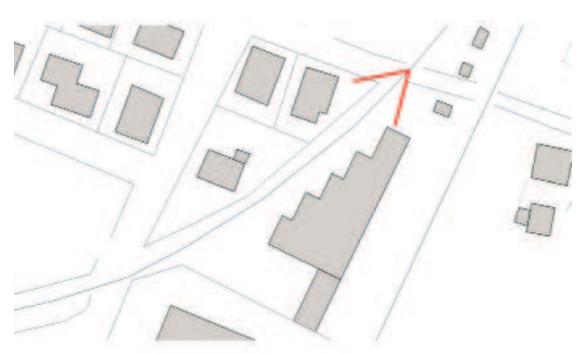


Scheda di rilievo fotografico

SRF.13



Luogo	Modena,
Oggetto	Vecchia ferrovia
Data	19.10.2009
Ora	11:56
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2048x1536 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000	Localizzazione 1:2000
	

Scheda di rilievo fotografico

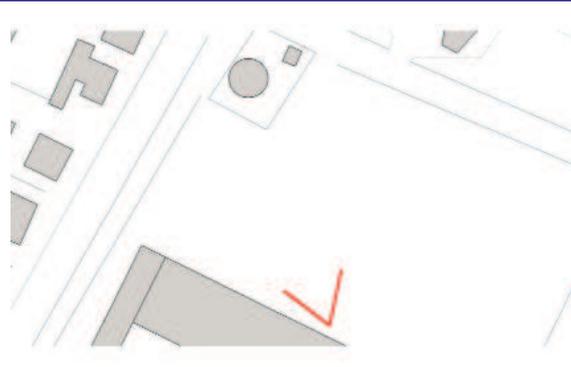
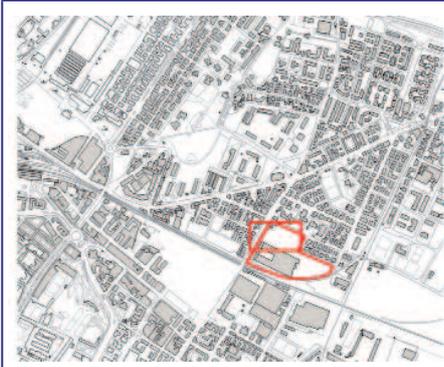
SRF.14



Luogo	Modena, Viale Ciro Menotti
Oggetto	Serbatoio idrico a torre
Data	02.11.2009
Ora	11:46
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Inquadramento 1:30000

Localizzazione 1:2000



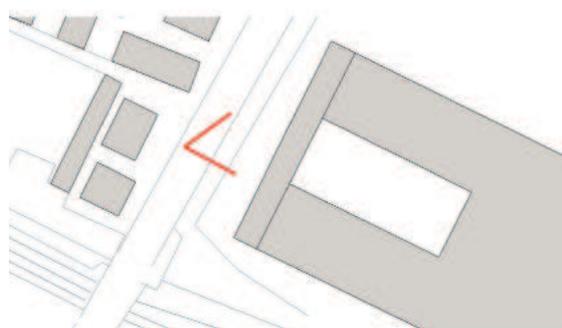
Scheda di rilievo fotografico

SRF.15



Luogo	Modena, Viale Ciro Menotti
Oggetto	Facciata d'ingresso delle fonderie
Data	09.10.2009
Ora	13:59
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	2560x1920 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:2000



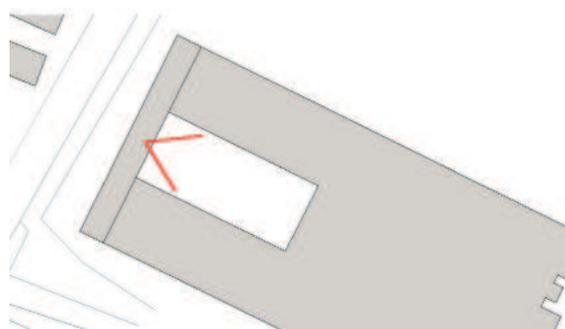
Scheda di rilievo fotografico

SRF.16



Luogo	Modena, Terrasse delle fonderie
Oggetto	Cortile interno delle fonderie
Data	19.10.2009
Ora	14:22
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:2000



Scheda di rilievo fotografico

SRF.17



Luogo	Modena, Interno delle fonderie
Oggetto	Vista lungo uno shed
Data	09.10.2009
Ora	11:49
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	1920x2560 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

	Localizzazione 1:2000

Scheda di rilievo fotografico

SRF.18



Luogo	Modena, Interno delle fonderie
Oggetto	Vista perpendicolare alle sheds
Data	02.11.2009
Ora	10:49
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

	Localizzazione 1:2000

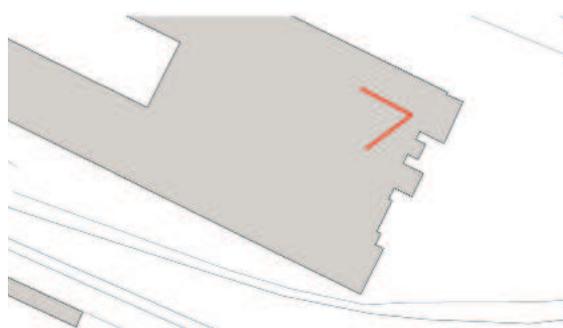
Scheda di rilievo fotografico

SRF.19



Luogo	Modena, Interno delle fonderie
Oggetto	Vista del cubilotto
Data	19.10.2009
Ora	11:12
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:2000



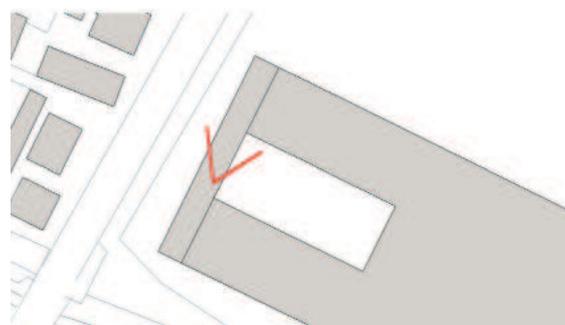
Scheda di rilievo fotografico

SRF.20



Luogo	Modena, Terrasse delle fonderie
Oggetto	Vista della terrazza
Data	10.11.2009
Ora	10:06
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:2000



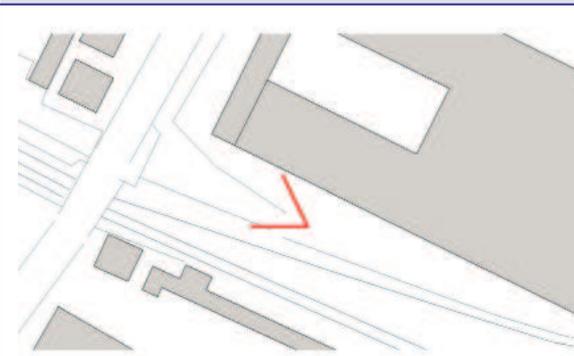
Scheda di rilievo fotografico

SRF.21



Luogo	Modena, Lato Sud del terreno
Oggetto	Ponte della Viale Ciro Menotti
Data	02.10.2009
Ora	11:15
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:2000



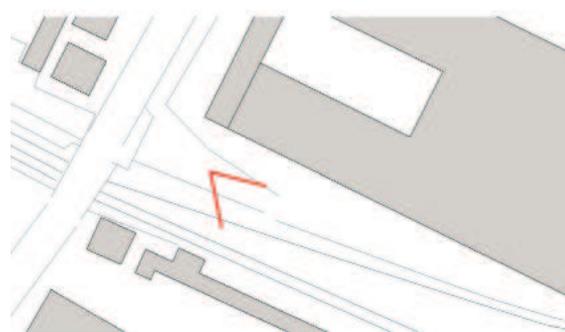
Scheda di rilievo fotografico

SRF.22



Luogo	Modena, Lato Sud del terreno
Oggetto	Treno passando sulla ferrovia
Data	02.11.2009
Ora	11:08
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	3264x2448 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:2000



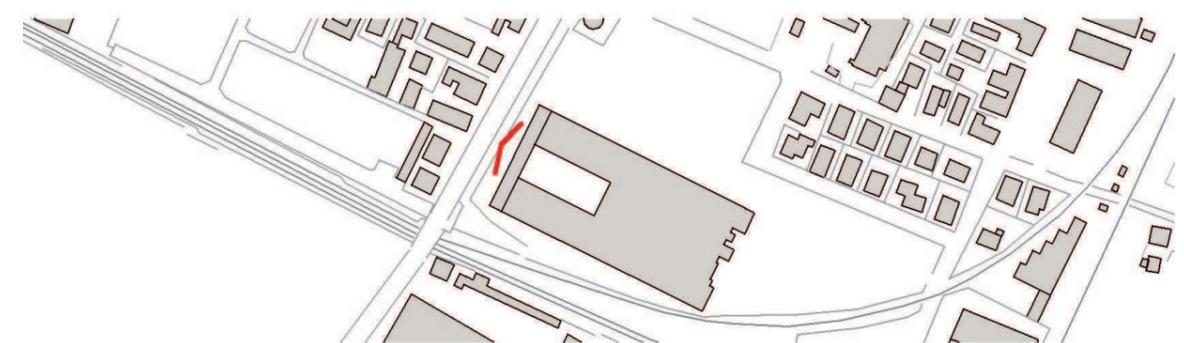
Schede di rilievo fotografico

SRF.23



Luogo	Modena, Lato Ovest del terreno
Oggetto	Facciata Ovest dell'edificio
Data	09.10.2009
Ora	13:16
Vista	Frontale
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	15956x3616 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:5000



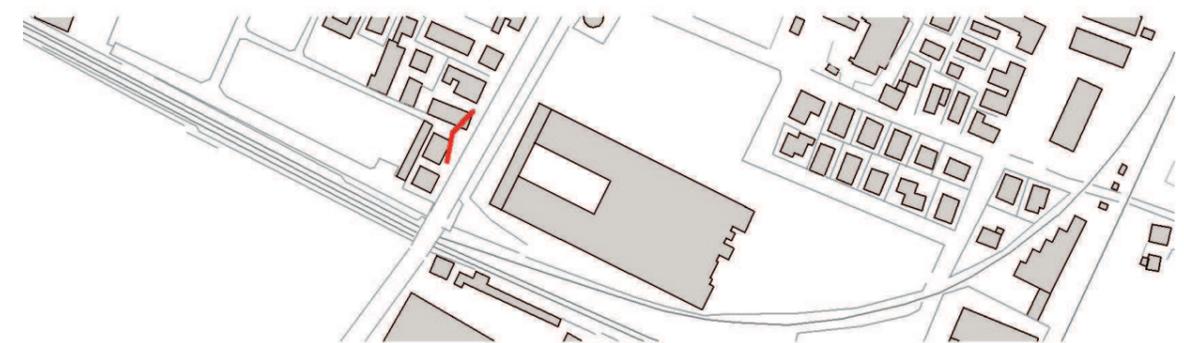
Schede di rilievo fotografico

SRF.24



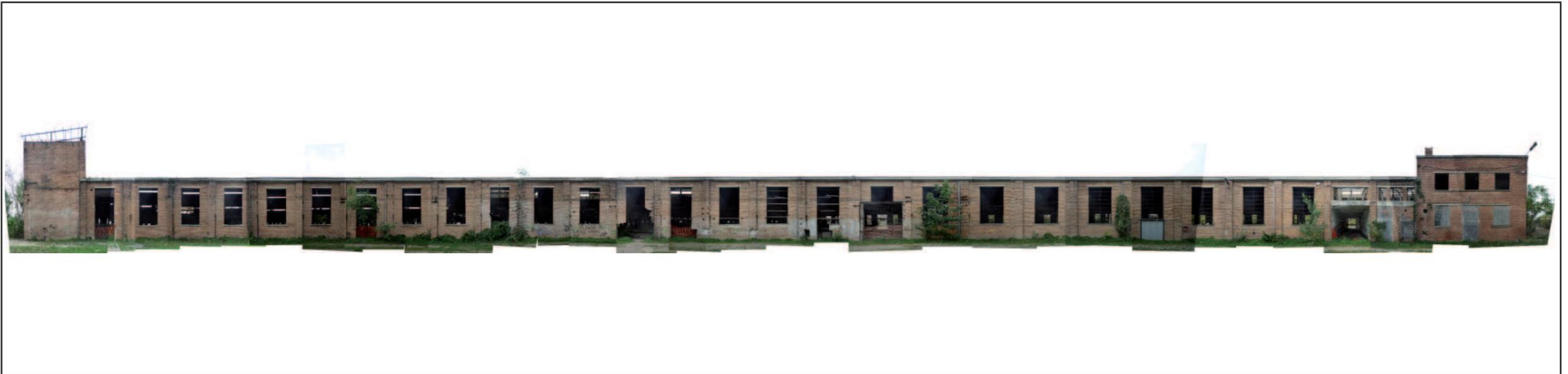
Luogo	Modena, Via Luciano Manara
Oggetto	Ponte nascondendo la facciata Ovest dell'edificio
Data	09.10.2009
Ora	13:19
Vista	Frontale
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	7607x1905 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:5000



Schede di rilievo fotografico

SRF.25



Luogo	Modena, Lato Nord del terreno
Oggetto	Facciata Nord dell'edificio
Data	09.10.2009
Ora	12:56
Vista	Frontale
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	29055x2480 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

	Localizzazione 1:5000

Schede di rilievo fotografico

SRF.26



Luogo	Modena, Lato Nord del terreno
Oggetto	Vista dall'ingresso della facciata Nord
Data	02.11.2009
Ora	11:46
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Olympus E-500
Risoluzione	7509x2097 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

	Localizzazione 1:5000

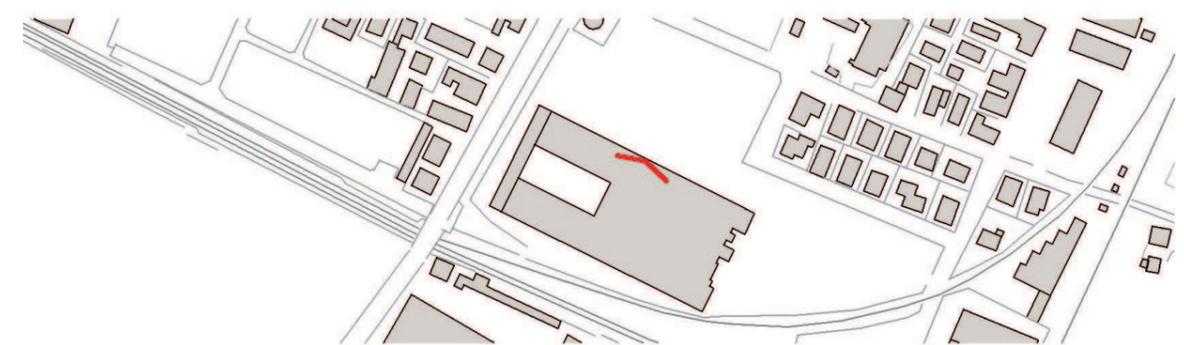
Schede di rilievo fotografico

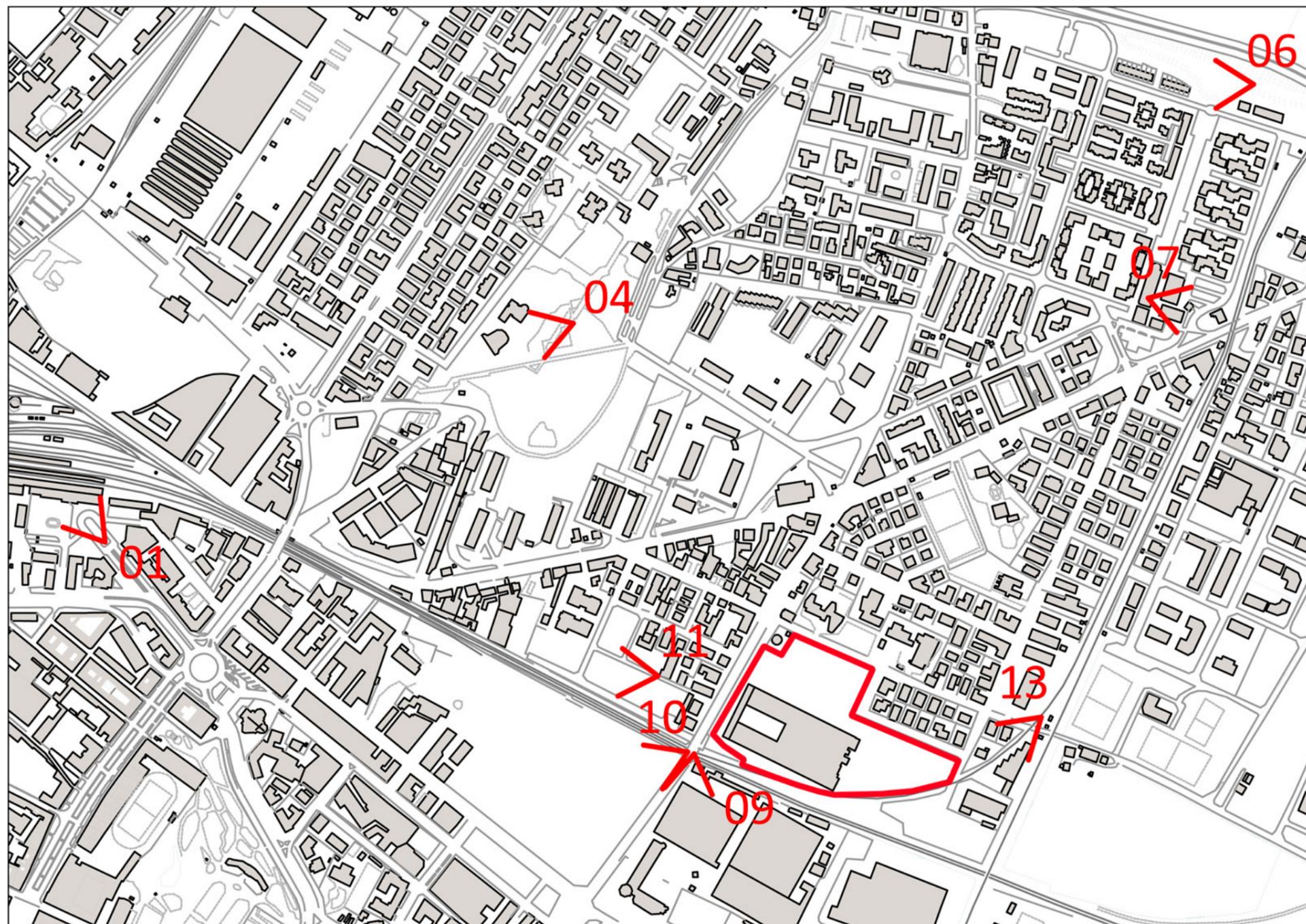
SRF.27



Luogo	Modena, Lato Nord del terreno
Oggetto	Vista dell'interno dell'edificio dall'ingresso
Data	09.10.2009
Ora	12:29
Vista	Prospettica
Fotocamera	Digitale Panasonic DMC-FX40
Risoluzione	11359x2560 pixel
Colore	RGB
Messa a fuoco	Automatica

Localizzazione 1:5000





06. Parco



10. "ex-Acciaiera"



4. Chiesa



09. Maserati SPA



01. Stazione FS



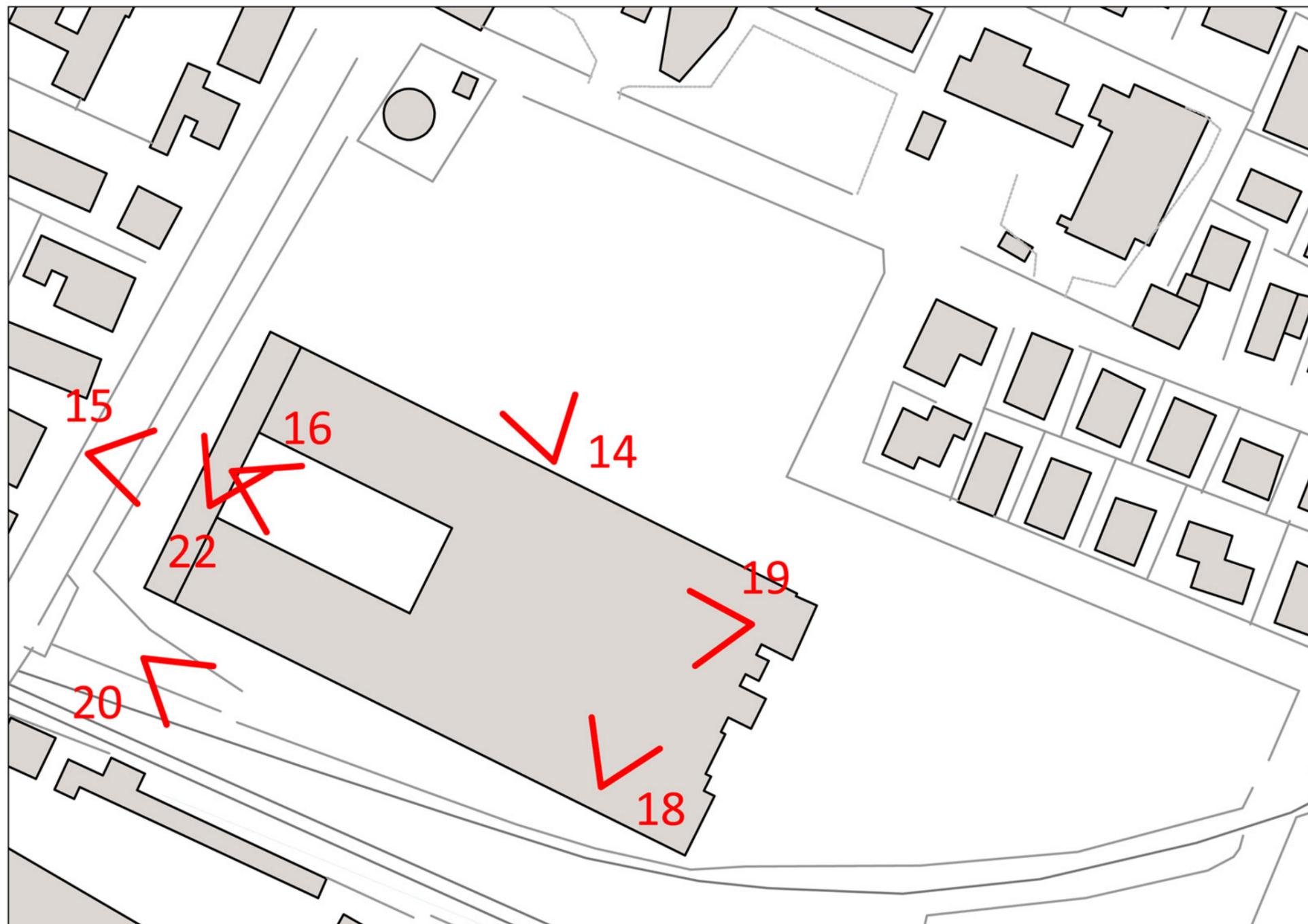
07. Centro Commerciale Torrenova



11. Costruzione di edifici residenziali



13. La vecchia ferrovia



22. Treno passando sulla ferrovia



20. Vista della terrazse



19. Vista del cubilotto



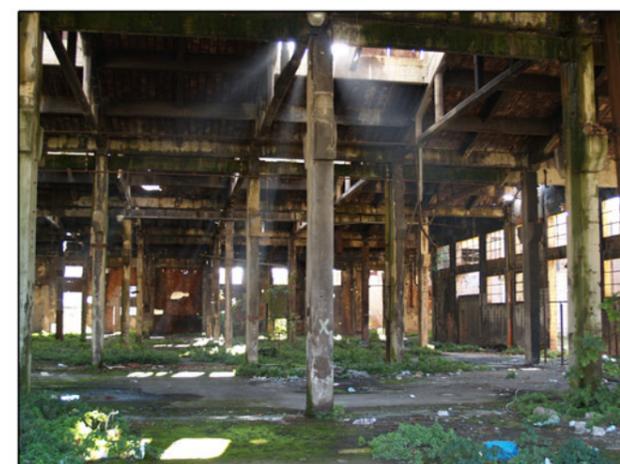
14. Serbatoio idrico a torre



15. Facciata d'ingresso delle fonderie



16. Cortile interno delle fonderie



18. Vista perpendicolare alle sheds

3.2 Rilievo geometrico-materico

Partendo dai disegni catastali e dai dati del comune, si è passati al rilievo, il quale mirava a verificare la validità dei disegni di cui siamo venuti in possesso (e sopra citati). Il rilievo è stato svolto con l'aiuto di un impiegato del comune, in un'intera giornata, destinata infatti al controllo delle misure. Il rilievo inoltre è stato effettuato sia per quanto concerne la pianta che i prospetti. La maggior parte delle modifiche è stata riscontrata nella palazzina, mentre la parte a shed, con la sua maglia regolare di pilastri, aveva meno bisogno di modifiche, poichè il nostro lavoro è consistito principalmente nel controllo della posizione dei pilastri.

Impostazione del rilievo

Il rilievo materico è stato integrato a quello geometrico, in quanto è stato ritenuto imprescindibile alla lettura delle facciate la conoscenza della materia che la costituisce. La restituzione del rilievo geometrico-materico è stata ottenuta a partire dal rilievo fotografico. I materiali sono poi elencati e suddivisi per tipo: tra questi, alcuni sono interessanti e peculiari.

Sovrapposizione rilievo geometrico e materico

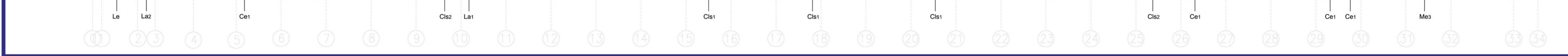
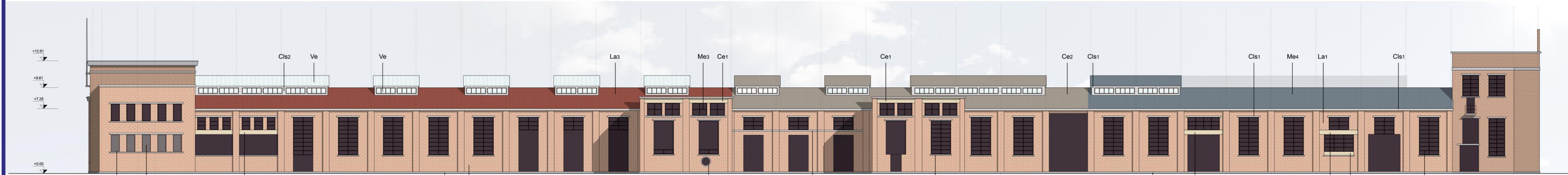
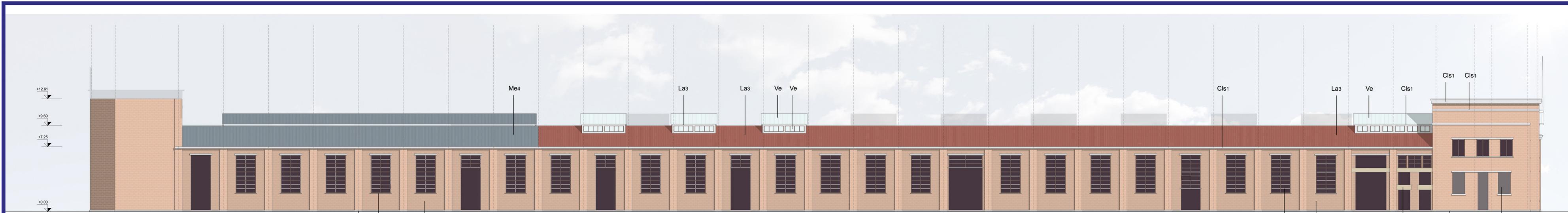
L'oggetto architettonico, come già accennato, è divisibile in due parti: la palazzina e il corpo a shed. Un solo elemento lega in maniera inequivocabile queste due parti: il mattone. Esso caratterizza non solo la parete verticale del fabbricato, ma anche alcune chiusure verticali, soprattutto all'interno della palazzina. Il mattone è anche presente nel corpo a shed, però sotto forma di pavimentazione.

Materiali notevoli

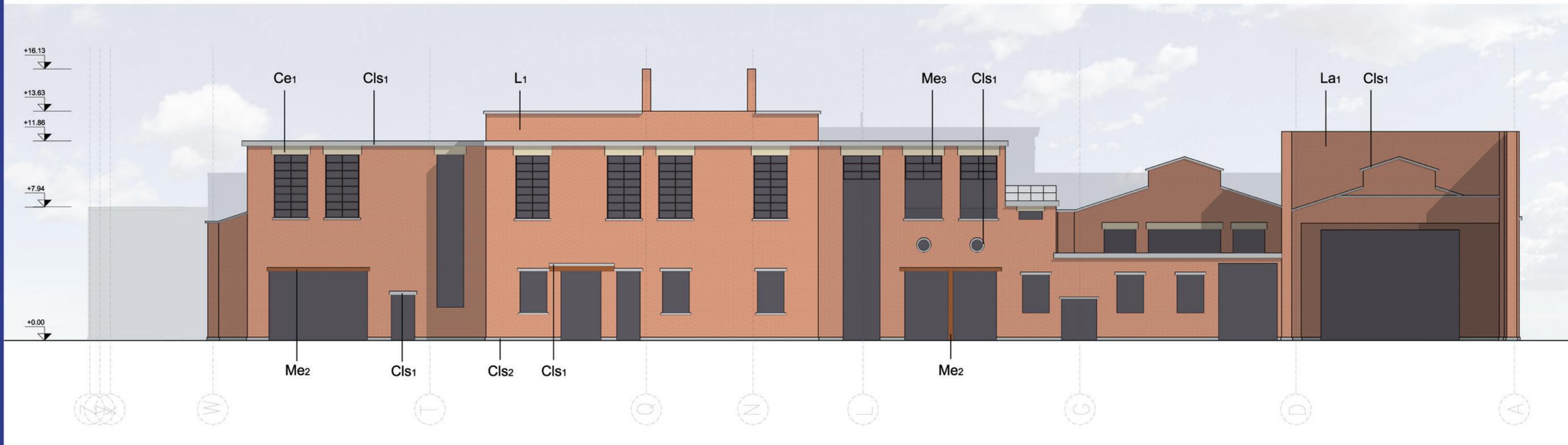
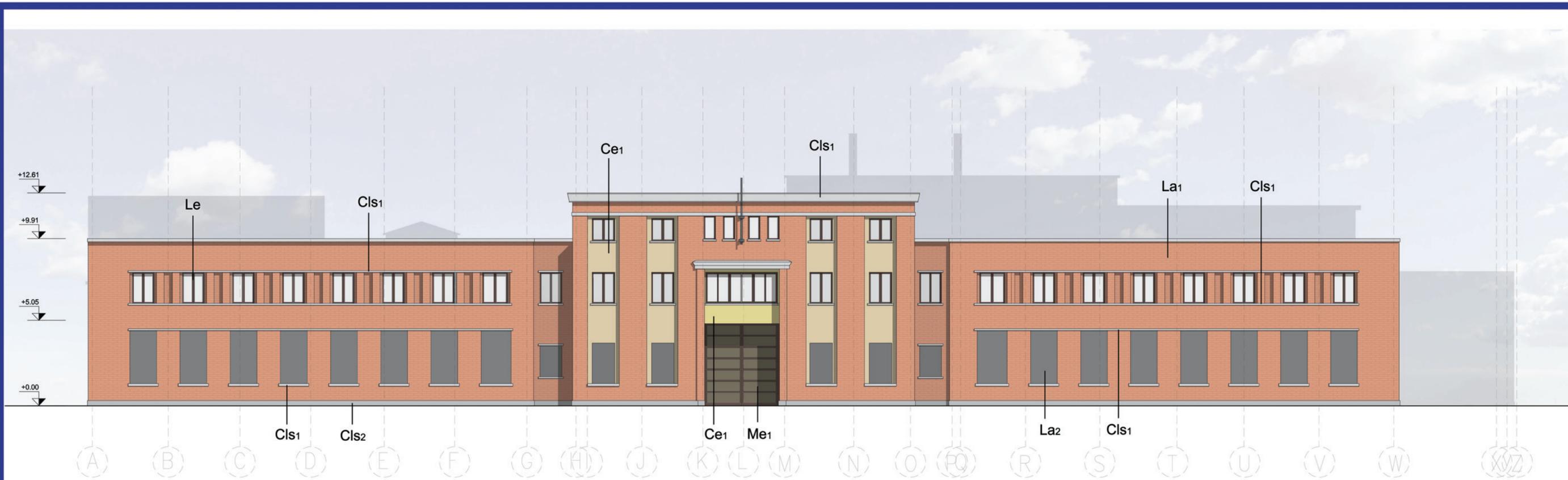
Un altro elemento però lega le due parti dell'edificio, anche se in maniera "nascosta": l'ottimizzazione della luce, con la presenza di ampie finestre. Questo effetto è rinforzato nel corpo a shed dai lucernari presenti sul tetto. Su tutte le facciate sono presenti queste finestre che danno luce al grande "open space", luogo nel quale lavoravano gli operai. Nelle parti lontane dalle facciate, questa luce viene quindi dall'alto. Per quanto riguarda la palazzina, qui la luce entra attraverso le aperture, grandi e regolari.

Infine, nell'enorme "open space" creato sotto il tetto a shed, sono interessanti i materiali delle capriate, che variano secondo l'epoca di costruzione. Nella parte più vecchia sono in cemento armato, così come i pilastri che le sostengono, mentre nella parte aggiunta di recente sono in acciaio.

Seguono in allegato le tavole di rilievo geometrico e materico dello stato di fatto.



- LATERIZIO**
- La1 - Mattone pieno 5,5x12x25 cm
 - La2 - Mattone forato 12x25x25 cm (chiusura provvisoria)
 - La3 - Tigla marsiglia
- CALCESTRUZZO**
- Cls1 - Cornice, architrave, davanzale, lucernari prefabbricati
 - Cls2 - Basamento
- CEMENTO**
- Ce1 - Intonaco
 - Ce2 - Lamiera ondulata in fibrocemento
- LEGNO**
- Le - Serramenti
- METALLO**
- Me1 - Porta
 - Me2 - Trave e pilastro
 - Me3 - Seramenti
 - Me4 - Lamiera ondulata in acciaio zincato
- VETRO**
- Ve - Lucernari



LATERIZIO

- La1 - Mattone pieno 5,5x12x25 cm
- La2 - Mattone forato 12x25x25 cm (chiusura provvisoria)
- La3 - Tigla marsiglia

CALCESTRUZZO

- Cl1 - Cornice, architrave, davanzale, lucernari prefabbricati
- Cl2 - Basamento

CEMENTO

- Ce1 - Intonaco
- Ce2 - Lamiera ondulata in fibrocemento

LEGNO

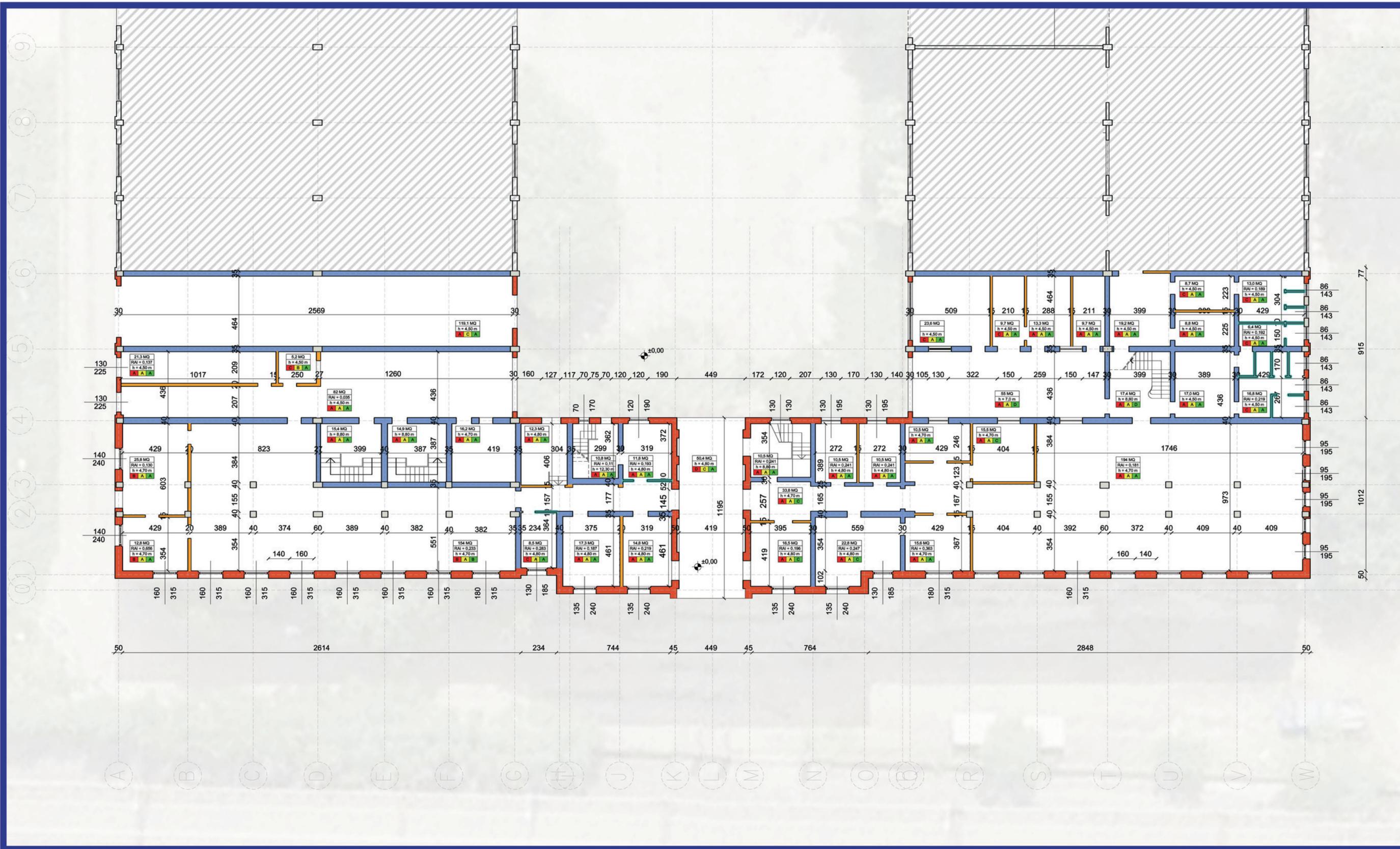
- Le - Serramenti

METALLO

- Me1 - Porta
- Me2 - Trave e pilastro
- Me3 - Seramenti
- Me4 - Lamiera ondulata in acciaio zincato

VETRO

- Ve - Lucernari e finestre

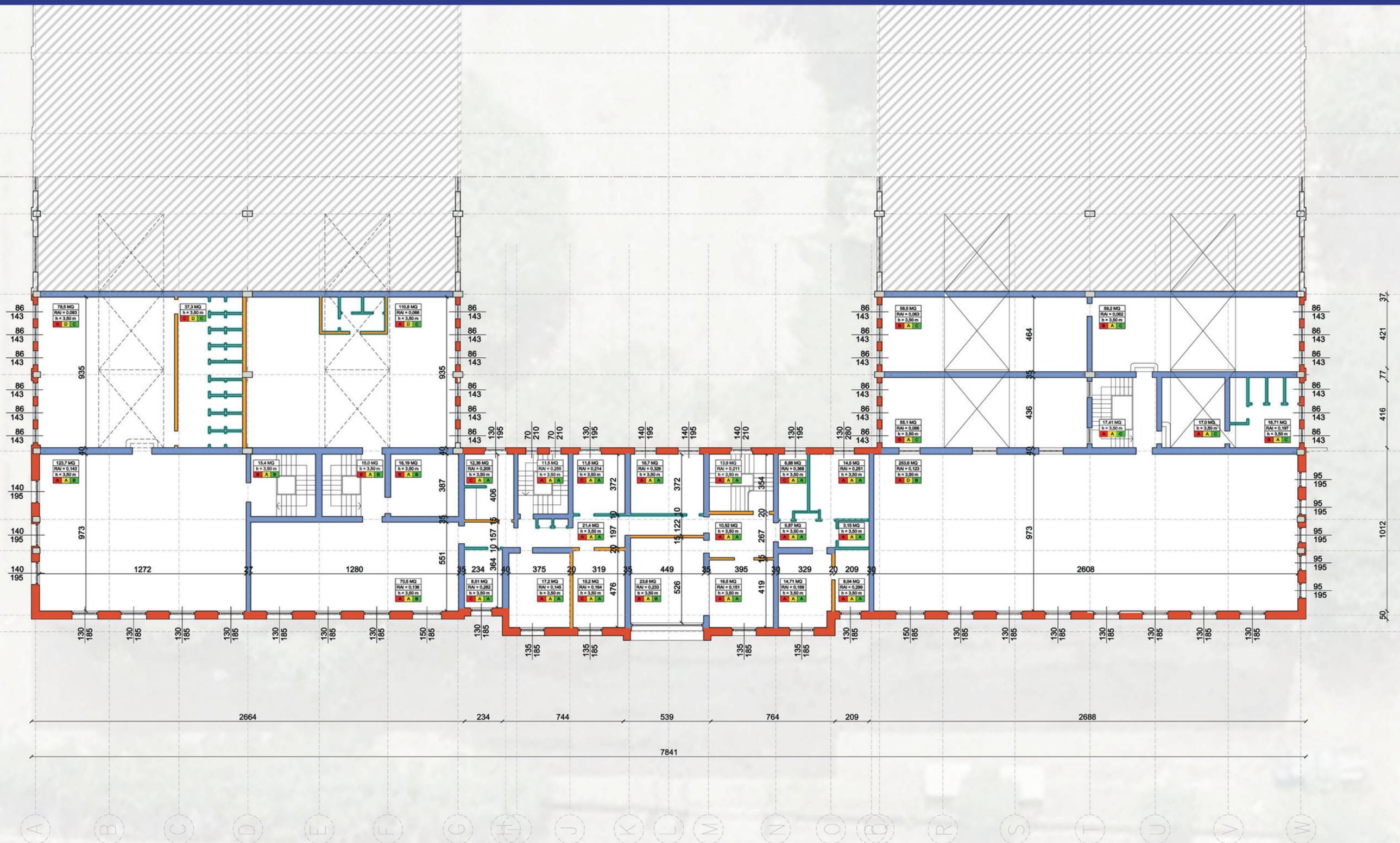
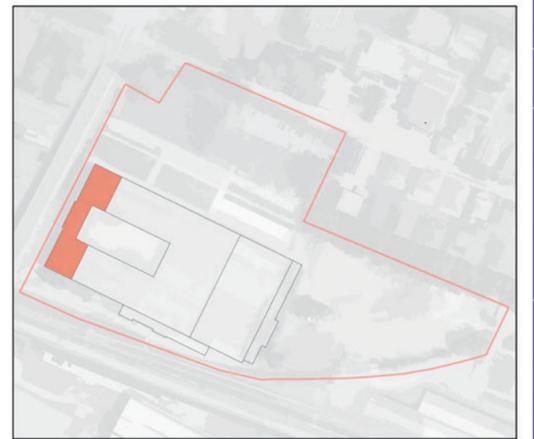


- Pilastrini in cls
- MATTONI PIENI**
- CV01 - SRT.01
- PV04 - SRT.08
- MATTONI FORATI**
- PV01 - SRT.05
- PV05 - SRT.09
- 194 MQ
RAI = 0,181
h = 4,70 m
- Tipologia di rivestimento :

- Parete**
- A Intonaco
 - B Piastrelle tutta altezza
 - C Piastrelle/Intonaco (metà/metà)
 - D Mattoni a vista

- Pavimenti**
- A Piastrelle in ceramica
 - B Piastrelle in cotto
 - C Lastre di pietra
 - D Piastrelle in gres porcellanato
 - E Mattoni pieni

- Soffitto/Contro soffitto**
- A Intonaco
 - B Contro-soffitto
 - C Tetto dei shed : lucernari e soffitto Perret



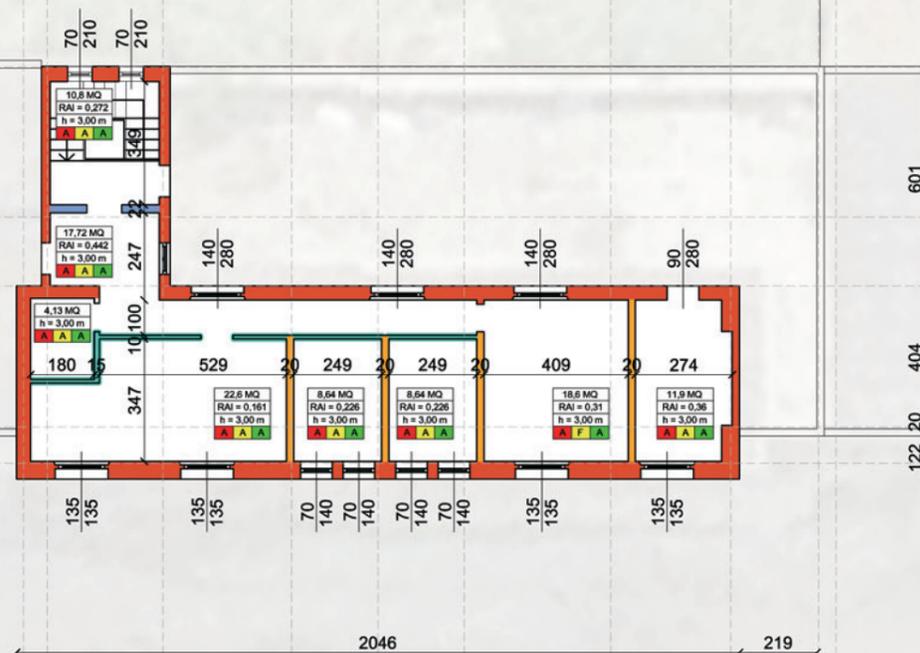
- Pilastrini in cls
- MATTONI PIENI**
- CV01 - SRT.01
- PV04 - SRT.08
- MATTONI FORATI**
- PV01 - SRT.05
- PV05 - SRT.09
- | |
|-------------|
| 194 MQ |
| RAI = 0,181 |
| h = 4,70 m |

 Superficie Rapporto aero illuminante Altezza Tipologia di rivestimento :

- Parete**
- A Intonaco
 - B Piastrelle tutta altezza
 - C Piastrelle/Intonaco (metà/metà)
 - D Mattoni a vista

- Pavimenti**
- A Piastrelle in ceramica
 - B Piastrelle in cotto
 - C Lastre di pietra
 - D Piastrelle in gres porcellanato
 - E Mattoni pieni

- Soffitto/Contro soffitto**
- A Intonaco
 - B Contro-soffitto
 - C Tetto dei shed : lucernari e soffitto Perret



Pilastri in cls

MATTONI PIENI

CV01 - SRT.01

PV04 - SRT.08

MATTONI FORATI

PV01 - SRT.05

PV05 - SRT.09

Superficie
RAI = 0,181 **Rapporto aero illuminante**
h = 4,70 m **Altezza**
Tipologia di rivestimento :

Parete

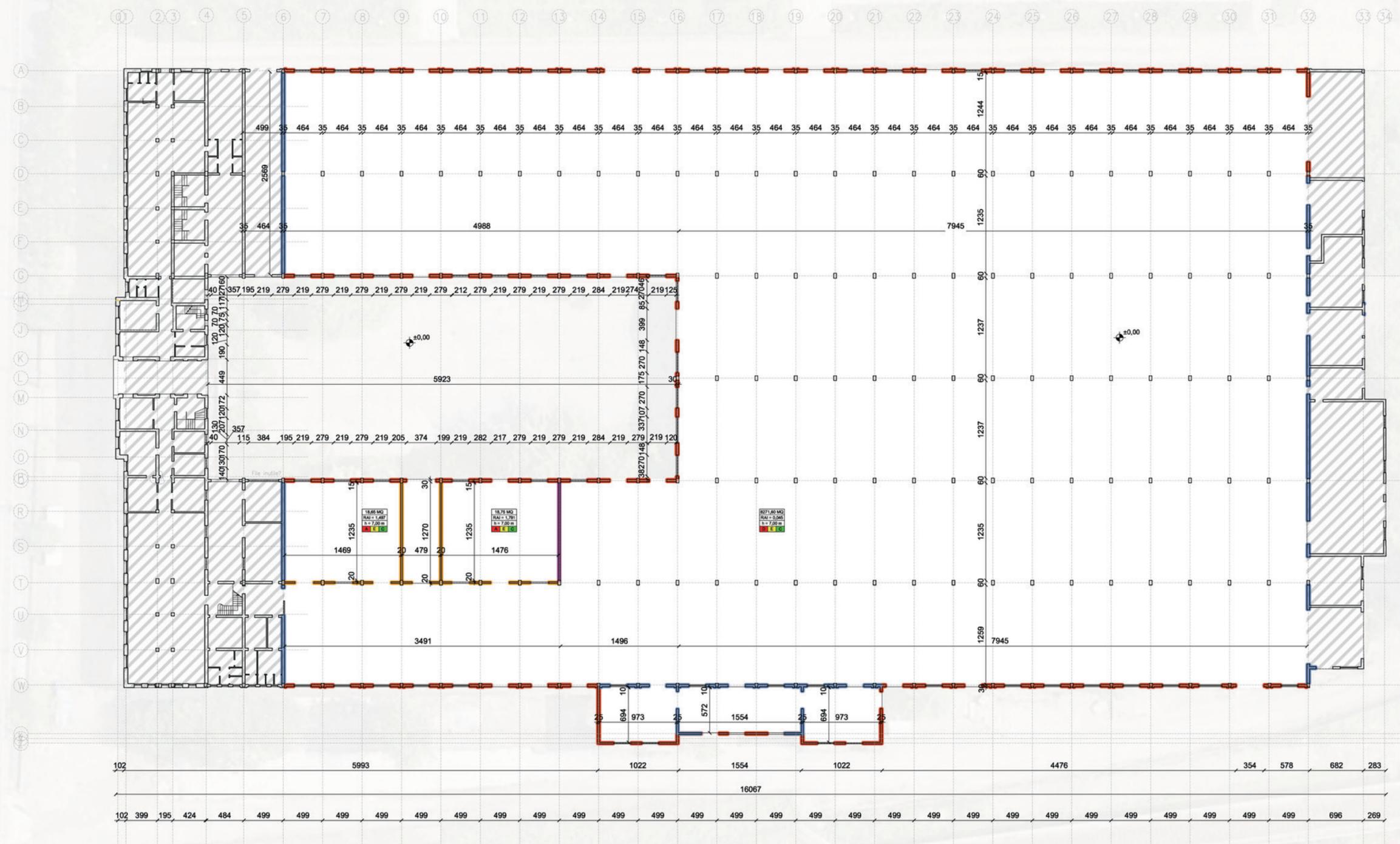
- A Intonaco
- B Piastrelle tutta altezza
- C Piastrelle/Intonaco (metà/metà)
- D Mattoni a vista

Pavimenti

- A Piastrelle in ceramica
- B Piastrelle in cotto
- C Lastre di pietra
- D Piastrelle in gres porcellanato
- E Mattoni pieni

Soffito/Contro soffitto

- A Intonaco
- B Contro-soffitto
- C Tetto dei shed : lucernari e soffito Perret

**MATTONI PIENI**

CV01 - SRT.01

PV04 - SRT.08

MATTONI FORATI

PV01 - SRT.05

PV03 - SRT.07

194 MQ	Superficie
RAI = 0,181	Rapporto aero illuminante
h = 4,70 m	Altezza
A A A	Tipologia di rivestimento :

Parete

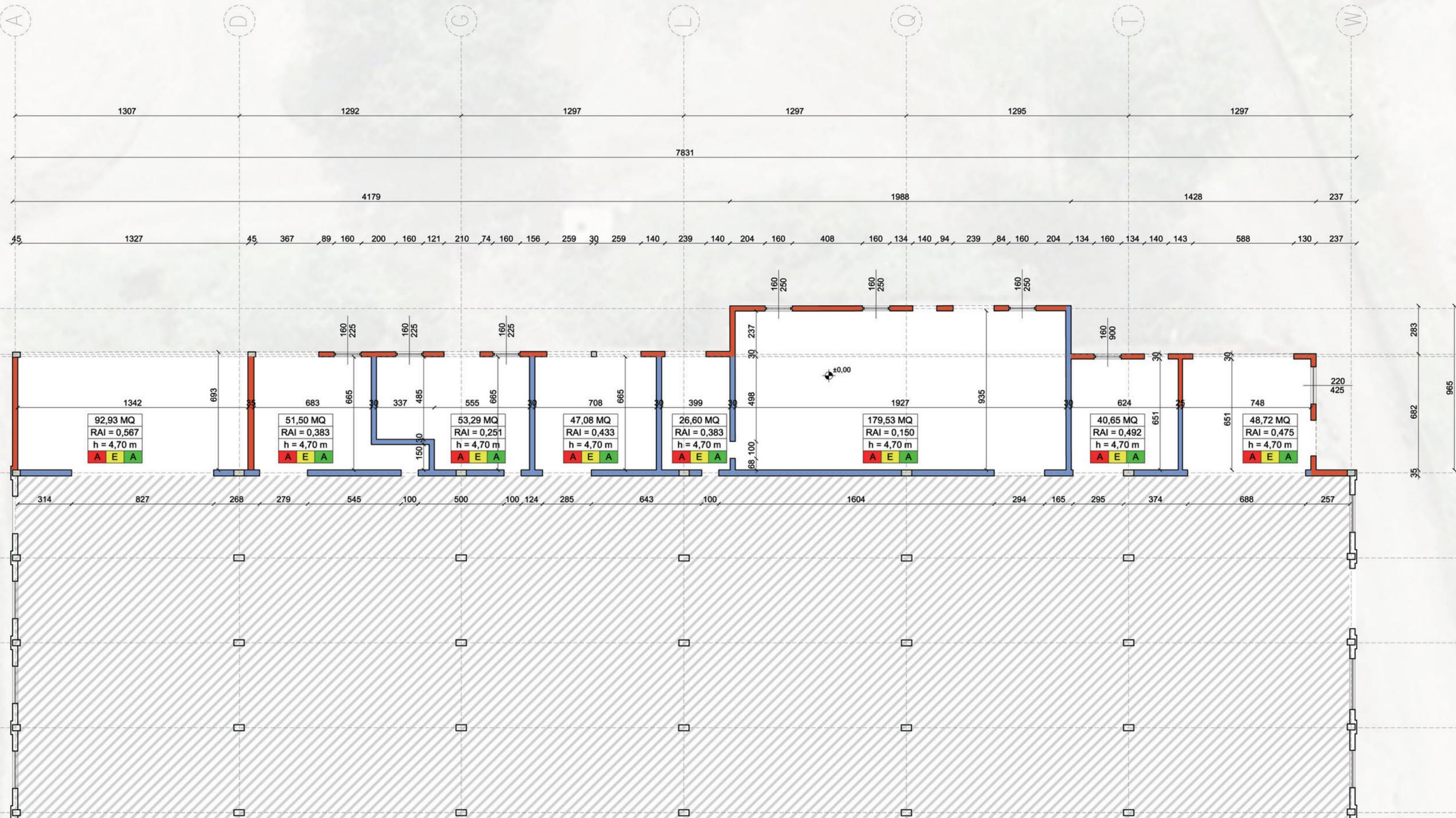
- A Intonaco
- B Piastrelle tutta altezza
- C Piastrelle/Intonaco (metà/metà)
- D Mattoni a vista

Pavimenti

- A Piastrelle in ceramica
- B Piastrelle in cotto
- C Lastre di pietra
- D Piastrelle in gres porcellanato
- E Mattoni pieni

Soffitto/Contro soffitto

- A Intonaco
- B Contro-soffitto
- C Tetto dei shed : lucernari e soffito Perret



Pilastrini in cls

MATTONI PIENI

CV01 - SRT.01

PV04 - SRT.08

194 MQ
RAI = 0,181
h = 4,70 m
A A A
Superficie
Rapporto aero illuminante
Altezza
Tipologia di rivestimento :

Parete
A Intonaco
B Piastrelle tutta altezza
C Piastrelle/Intonaco (metà/metà)
D Mattoni a vista

Pavimenti
A Piastrelle in ceramica
B Piastrelle in cotto
C Lastre di pietra
D Piastrelle in gres porcellanato
E Mattoni pieni

Soffitto/Contro soffitto
A Intonaco
B Contro-soffitto
C Tetto dei shed : lucernari e soffitto Perret

3.3 Rilievo tecnologico

Diverse giornate sono state dedicate all'analisi delle tecnologie costruttive utilizzate per gli elementi dell'edificio. Per effettuare tale rilievo abbiamo operato formulando delle ipotesi, incrociate con analisi di dettagli e con soluzioni tipiche, desunte da manuale d'epoca (per citarne uno: C. Formenti, *La pratica del fabbricare*, Hoepli, 1893). Lo stato dell'oggetto non è ottimo, quindi è stato possibile sfruttare il cattivo stato di alcune murature (fori nei solai o nelle pareti, distacco dell'intonaco, ecc.) per determinare le stratigrafie. Per il resto, come ad esempio per quanto riguarda il tetto, l'analisi è stata facile perché questi elementi sono di fabbricazione semplice, a destinazione d'uso industriale.

Impostazione del rilievo

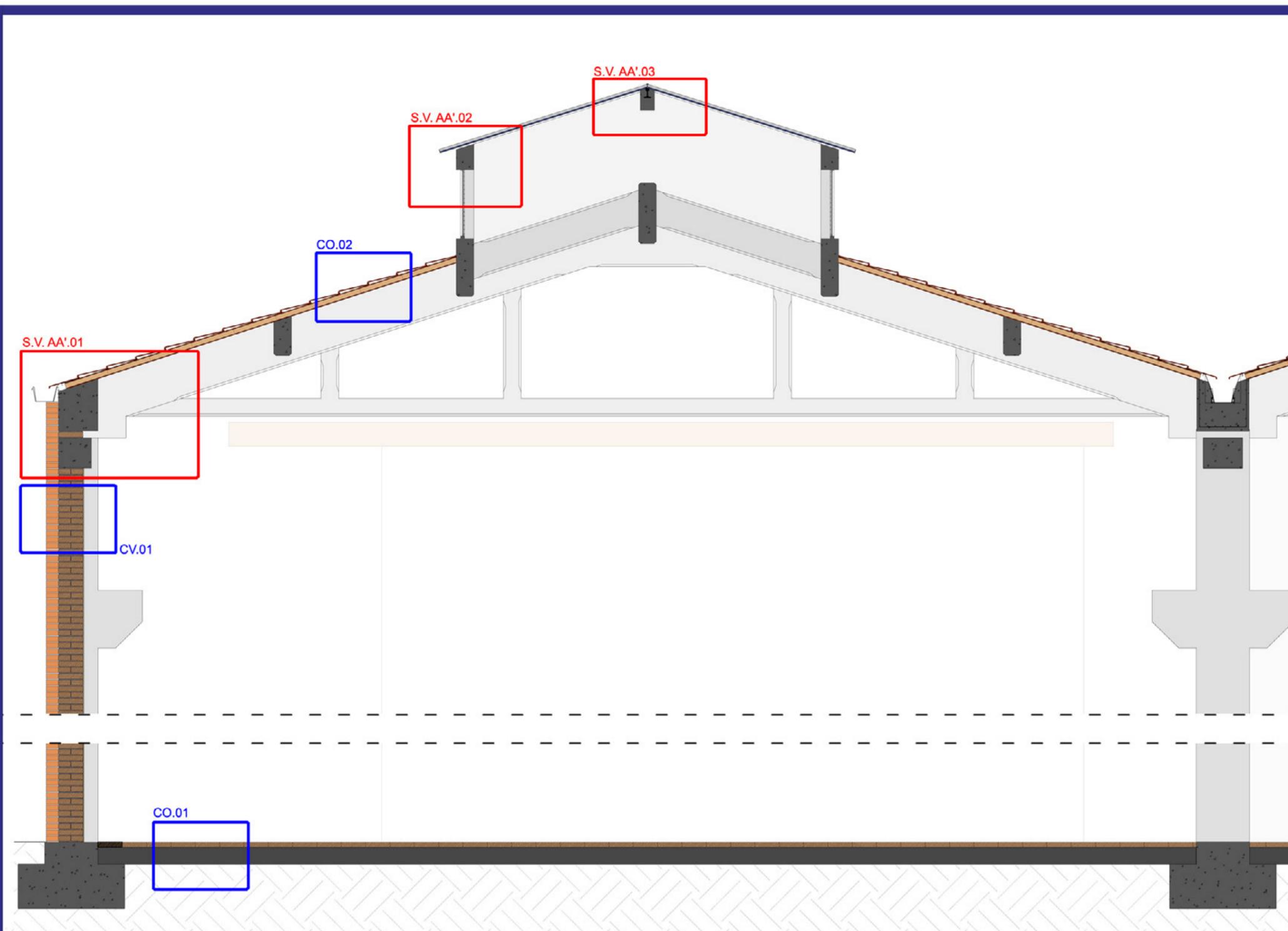
La muratura è uniforme nelle due parti dell'edificio: è costituita da mattoni pieni di dimensioni 27,5 x 13,5 x 6 cm, tuttavia senza formare un muro portante, ed è ritmata da pilastri in cemento armato di 35 x 60 cm, che formano la struttura. Dopo aver supposto la presenza di fondazioni a pali, pensiamo che questa struttura poggi su fondamenta classiche, in cemento armato.

Caratteri principali

Su questi pilastri poggiano le capriate e quindi il tetto. Quest'insieme costituisce un altro elemento interessante per la tecnologia utilizzata. Come detto nel capitolo precedente, le tipologie di tetto sono di diverso tipo a seconda dell'epoca di costruzione: il più vecchio è in calcestruzzo con copertura in tegola marsigliese o lamiera ondulata in fibrocemento, mentre il più recente è di acciaio, con una copertura a lamiera ondulata in acciaio zincato.

Nella palazzina i solai sono fatti col sistema classico a travetti e blocchi di laterizio forato di 25 x 19 x 12,5 cm. Una particolare attenzione è stata data alle gronde, massicce, e al loro ancoraggio ai solai.

SSeguono le sezioni verticali delle due parti dell'edificio che evidenziano i caratteri costruttivi a livello tecnologico. Nei quadri compaiono i particolari costruttivi, analizzati nelle pagine successive all'interno delle schede di rilievo tecnologico, a una scala di maggior dettaglio.



STRATIGRAFIE

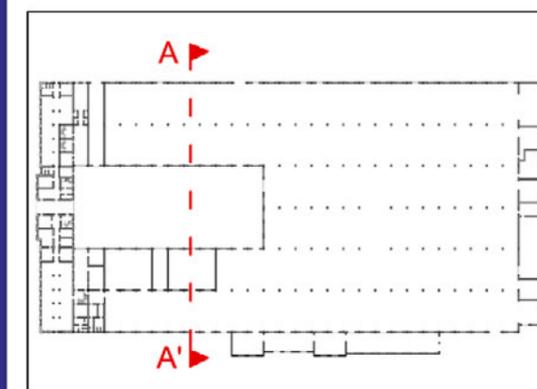
- CV.01 (SRT..01): Muro in mattoni pieni, due teste
- CO.01 (SRT.02): Pavimentazione a terra
- CO.02 (SRT.03): Copertura a sistema "Perret"

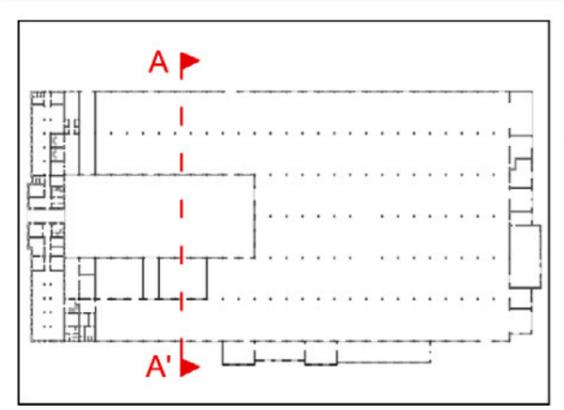
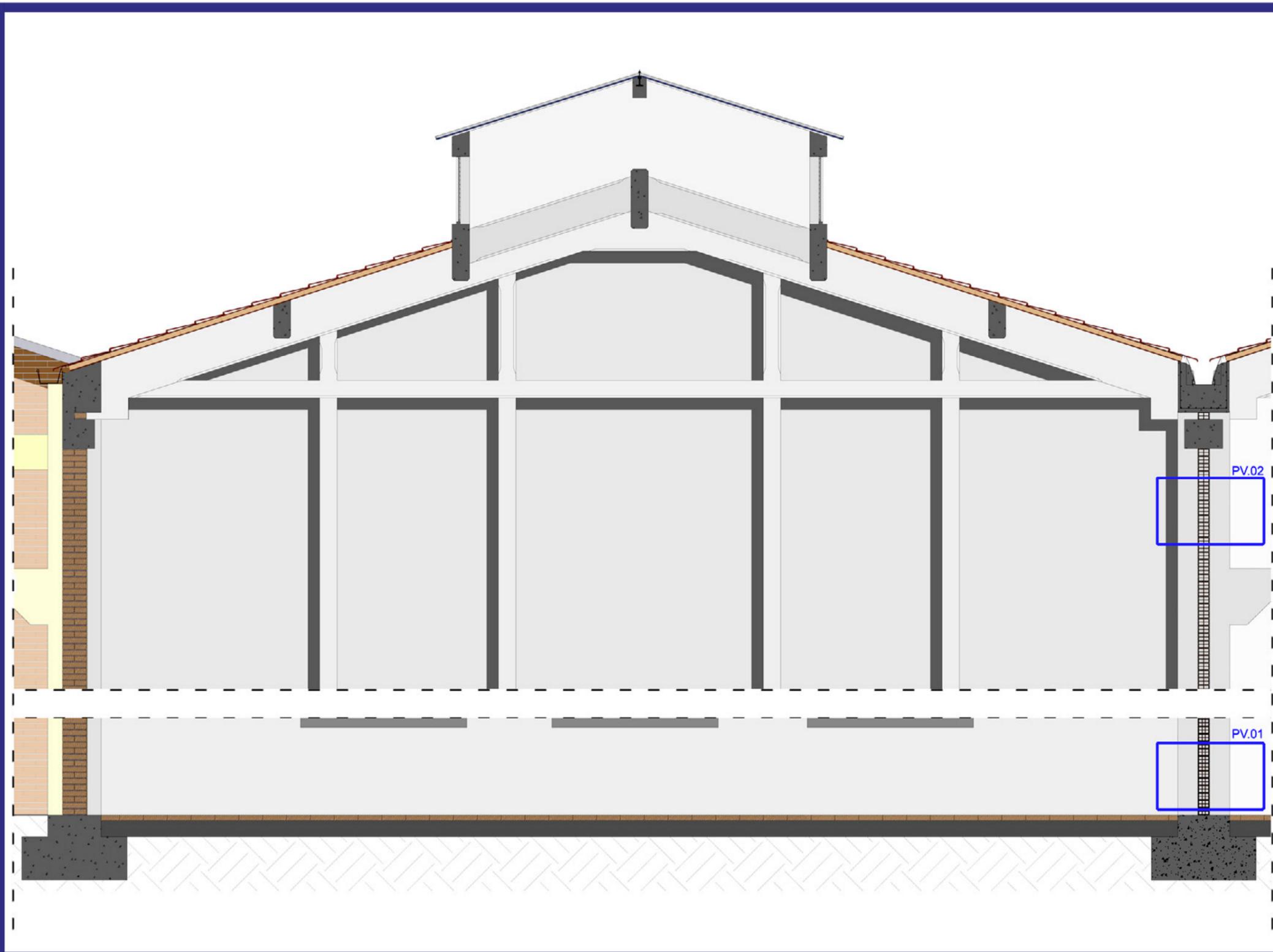
NODI

- S.V. AA'.01 (SRT.04): Grondaia perimetrale
- S.V. AA'.02 (SRT.11): Finestra lucernari
- S.V. AA'.03 (SRT.11): Dettaglio lucernari

ALTRI DETTAGLI

- Capriata in C.L.S. (SRT.12)





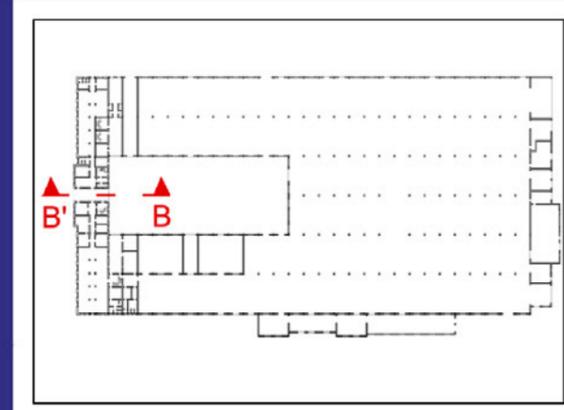
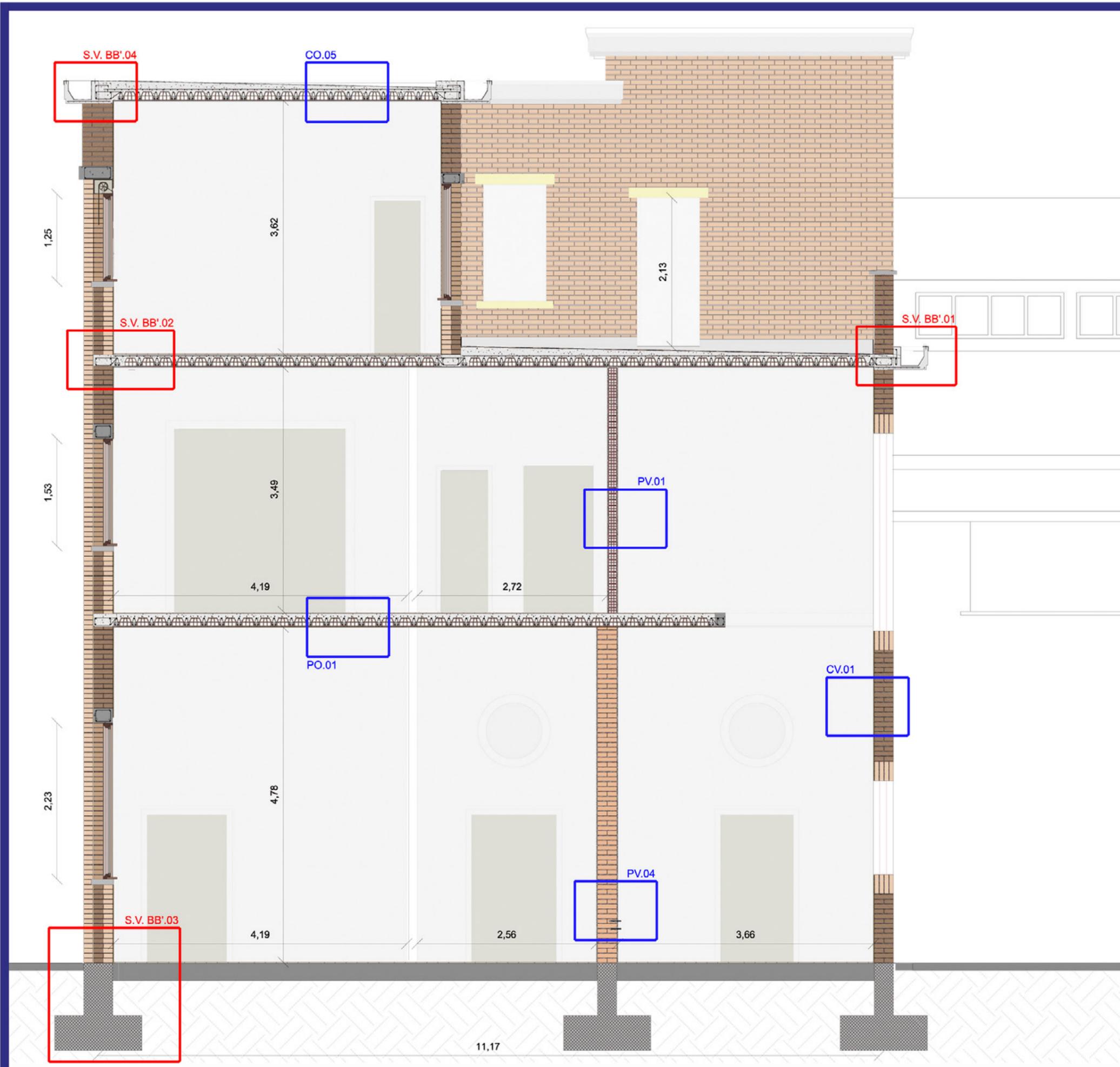
STRATIGRAFIE

- PV.02 (SRT.06): Parete in laterizio forato
- PV.01 (SRT.05): Parete in laterizio forato

ALTRI DETTAGLI

- Spaccato della struttura (SRT.13)



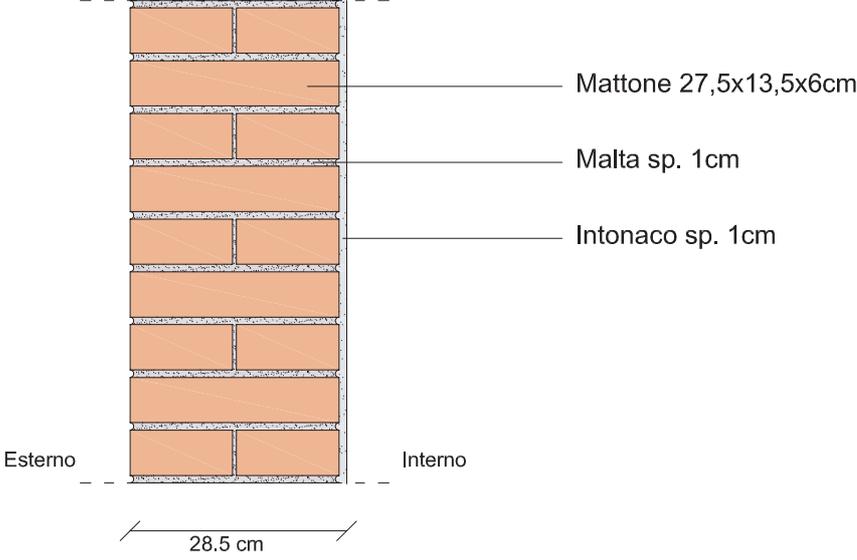
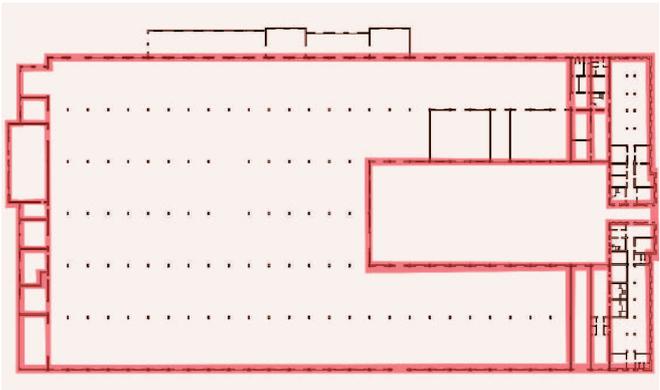


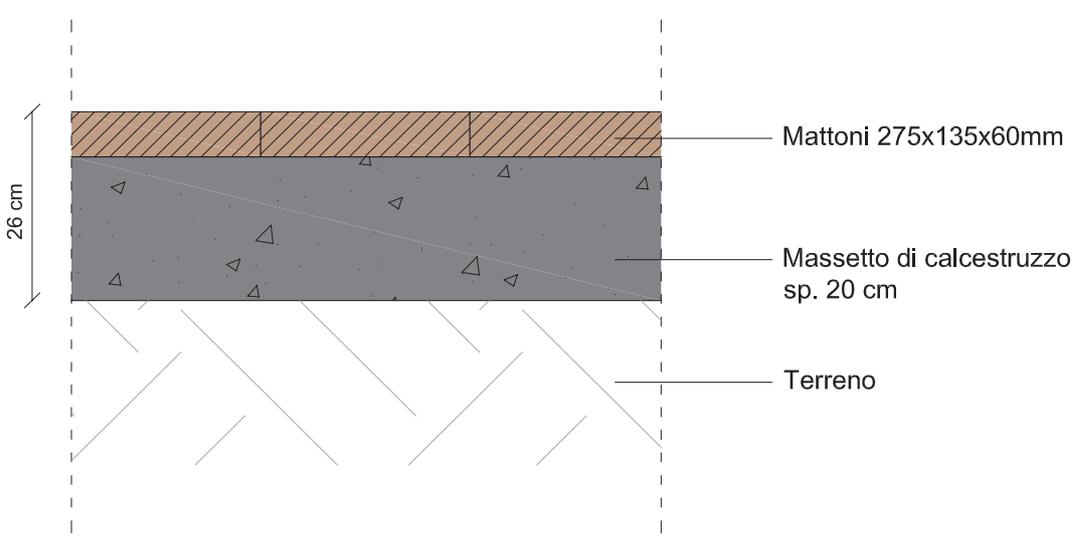
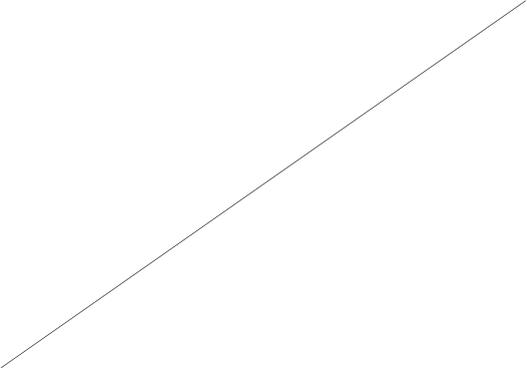
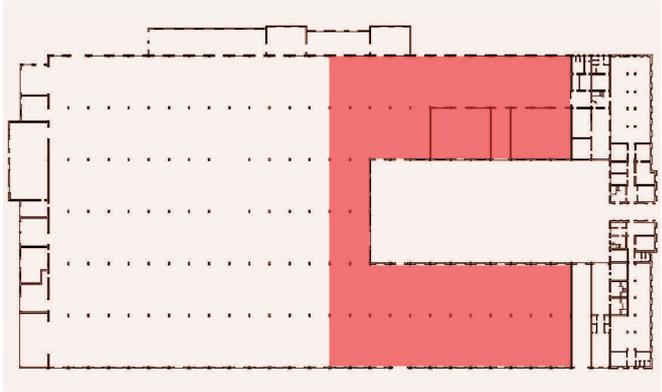
STRATIGRAFIE

- CV.01 (SRT.01): Muro in mattoni pieni, 2 teste
- CO.05 (SRT.17): Tetto palazzina
- PO.01 (SRT.16): Solaio palazzina
- PV.01 (SRT.05): Muro in laterizi forati
- PV.04 (SRT.08): Muro in mattoni pieni, 2 teste

NODI

- S.V. BB'.01 (SRT.18): Nodo della gronda verso la piazza interna
- S.V. BB'.02 (SRT.19): Nodo tra solaio e parete perimetrale
- S.V. BB'.03 (SRT.20): Nodo delle fondazioni
- S.V. BB'.04 (SRT.21): Nodo cornicione

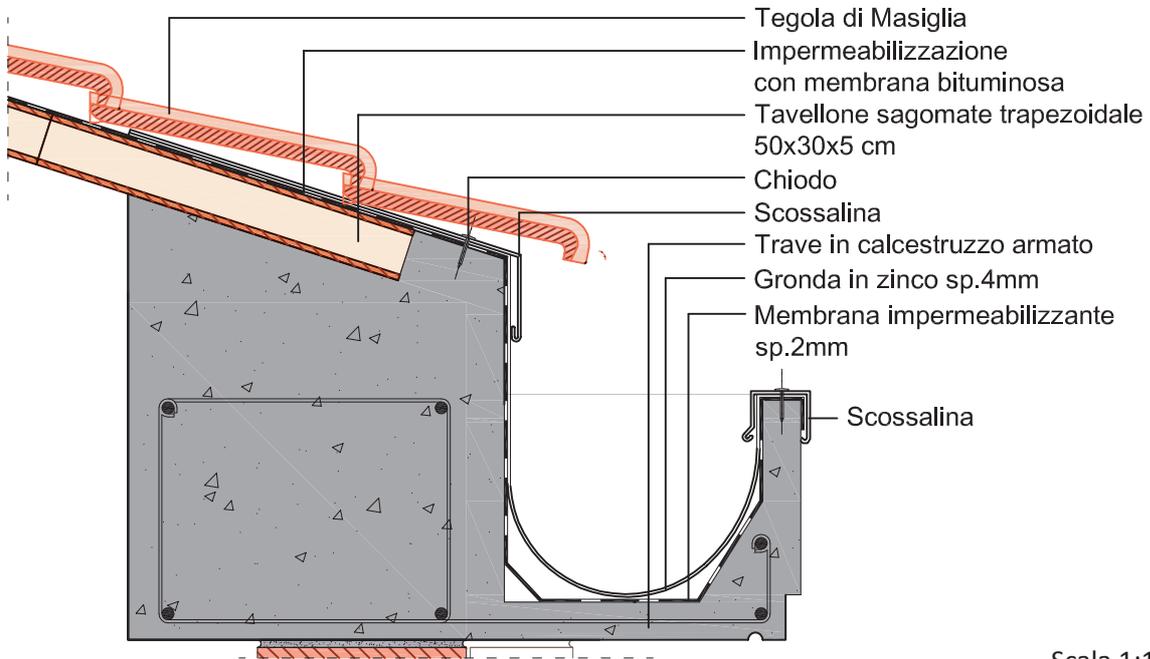
SRT.01	Unità tecnologica: Chiusura verticale Elemento tecnico: Parete perimetrale verticale	CV.01
Dettaglio in sezione		
 <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti	Fotografia	
 <p><i>Il manuale del mattone faccia a vista, G.F. Brambilla, p.164</i></p>		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Muro esterno in mattone collegate con malta. Una lastra d'intonaco copre la faccia interna del muro.</p> <p>Il concatenamento è gotico classico o polacco. In ogni corso si alternano mattoni di testa e di lista.</p>		

SRT.02	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale inferiore	CO.01
	Elemento tecnico: Pavimentazione a terra	
Dettaglio in sezione		
 <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Solaio non ventilato con una lastra di mattoni sopra un massetto di calcestruzzo.</p>		

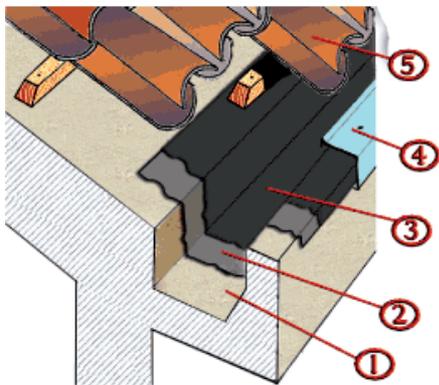
SRT.03	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale superiore Elemento tecnico: Copertura inclinata	CO.02
Dettaglio in sezione		
Scala 1:10		
Navigatore e legenda	Fotografia	
<ul style="list-style-type: none"> ① Tegola marsigliese ② Foglia di zinco sp. 2mm ③ Calcestruzzo armato ④ Tavellone sagomate trapezoidale 50x30x5cm ⑤ Trave in calcestruzzo armato 20x20cm ⑥ Trave in calcestruzzo armato 57x20cm ⑦ Parte superiore della capriata 		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Tetto di tipo a shed. Tavelloni di particolare forma sono utilizzati in modo che messi uno a fianco all'altro, lasciando tra fila e fila, una gola nella quale scorre una armatura di ferro e che viene poi riempita di calcestruzzo; quest'ultimo indurendo forma così una serie di travature tra le quali rimangono solidamente cementati i tavelloni. Le tegole sono direttamente posate sopra i tavelloni. Vicino il compluvio, c'è una foglia di zinco.</p>		

SRT.04	Unità tecnologica: -	S.V. AA'.01
	Elemento tecnico: Nodo della trave inferiore	

Dettaglio in sezione



Riferimenti



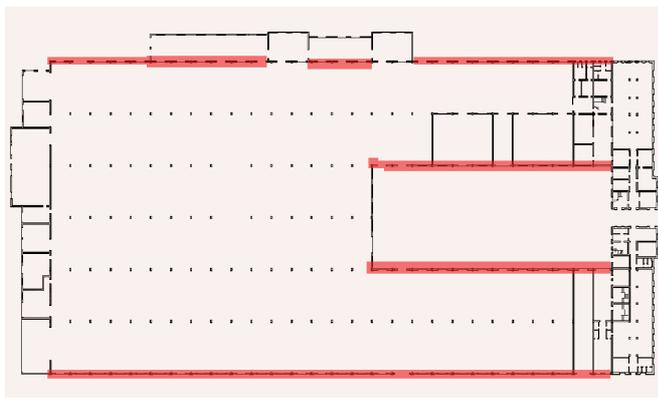
Fotografia

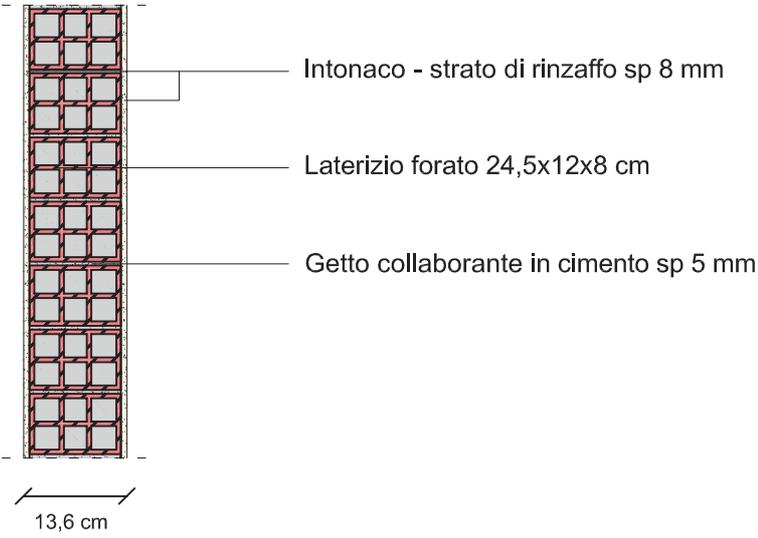
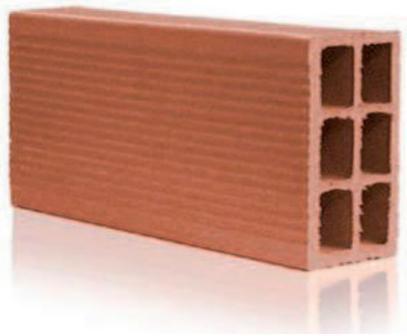
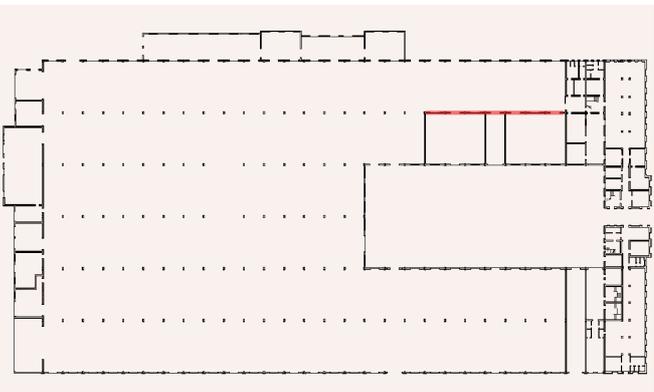


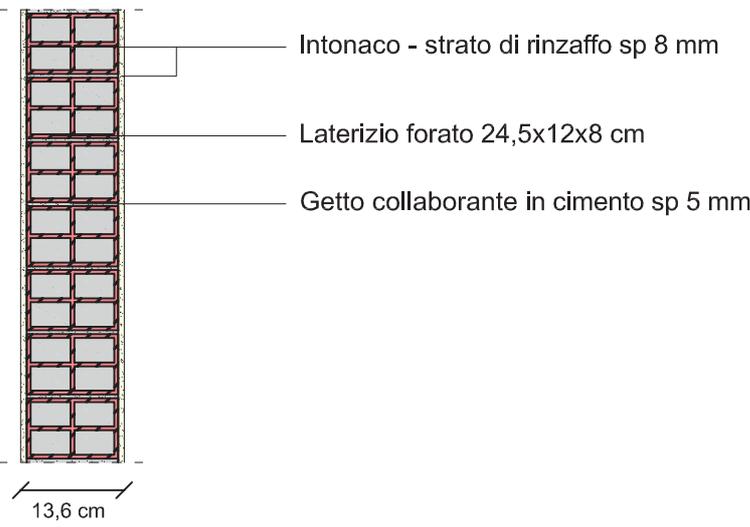
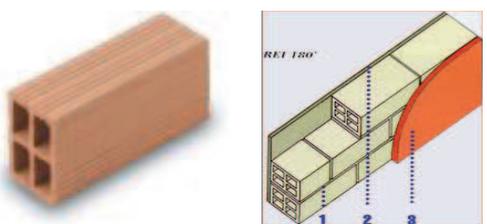
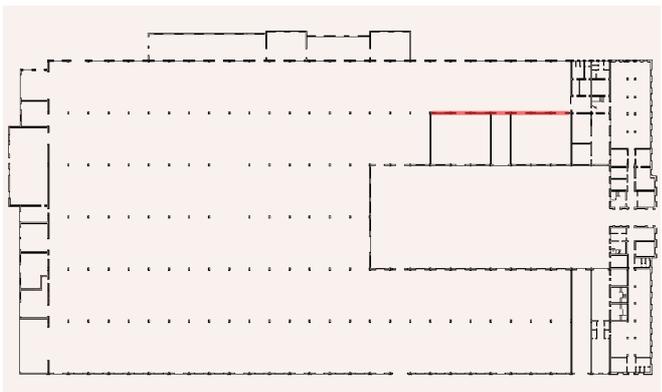
Descrizione

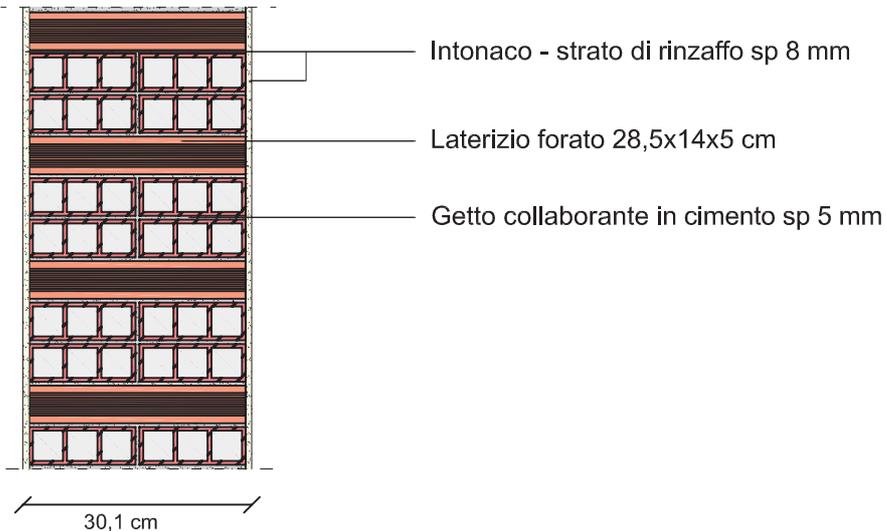
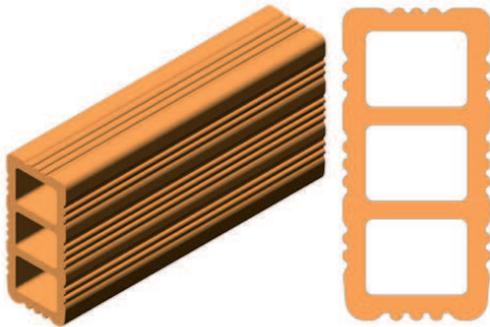
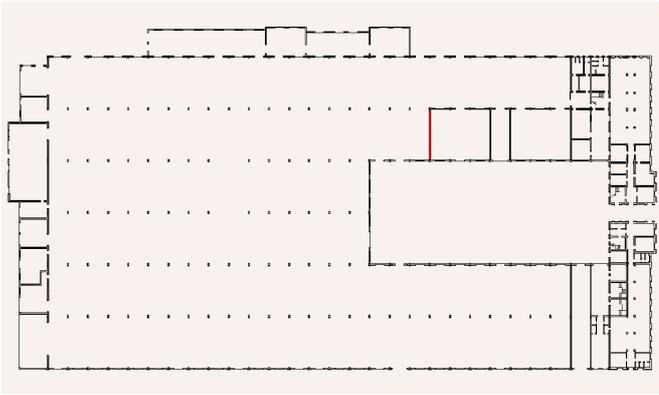
Canale di gronda in cemento armato e prefabbricato, appoggiato sulla trave superiore dell'edificio.

Localizzazione



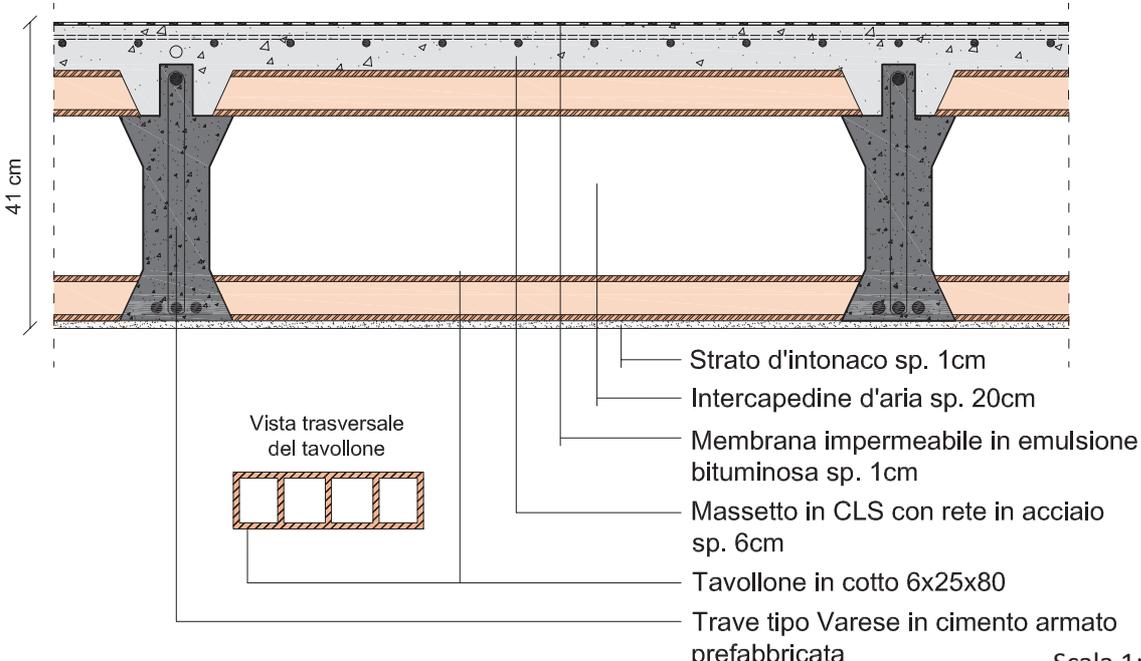
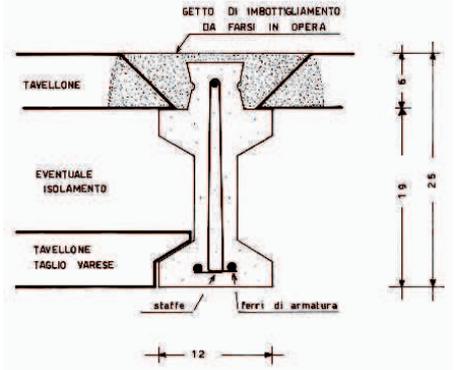
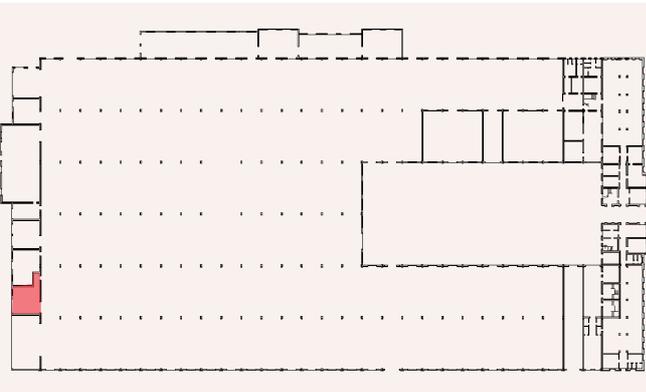
SRT.05	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.01
	Elemento tecnico: Pareti verticali	
Dettaglio in sezione		
 <p>Intonaco - strato di rinforzo sp 8 mm</p> <p>Laterizio forato 24,5x12x8 cm</p> <p>Getto collaborante in cemento sp 5 mm</p> <p>13,6 cm</p>		
Scala 1:10		
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
Parete semplice con laterizi forati e rivestimento rustico.		

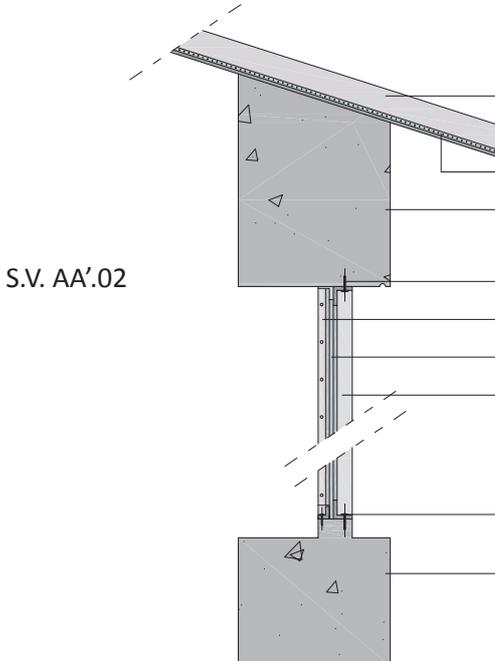
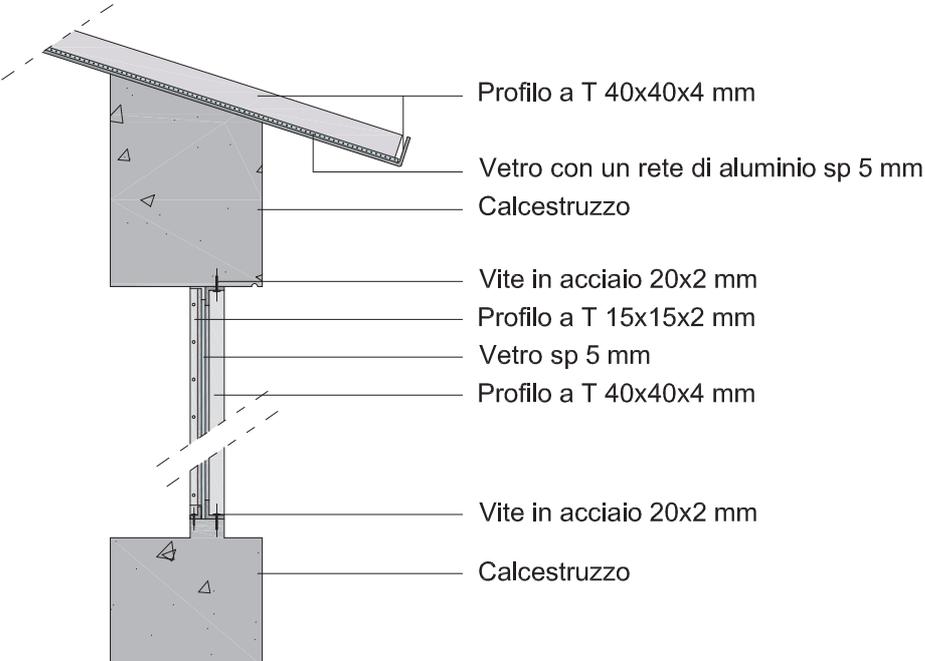
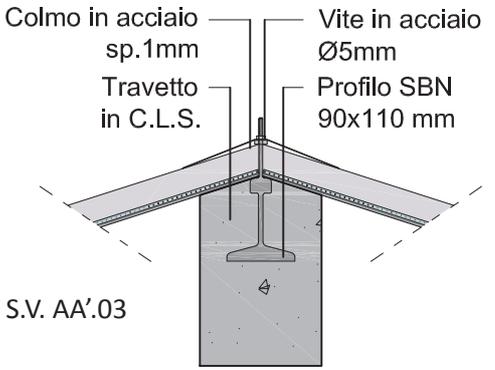
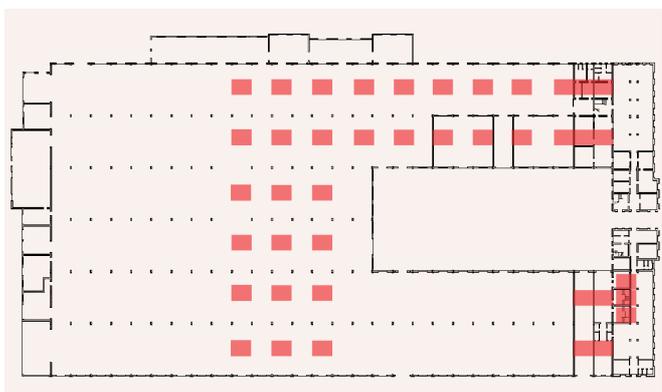
SRT.06	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.02
Elemento tecnico: Pareti verticali		
Dettaglio in sezione		
 <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Parete semplice con laterizi forati e rivestimento rustico.</p>		

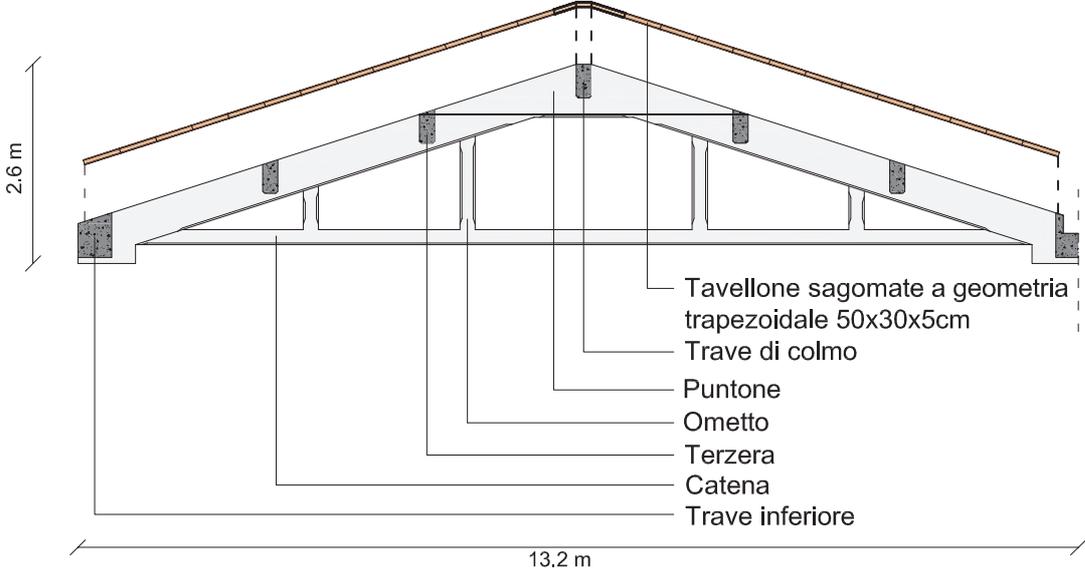
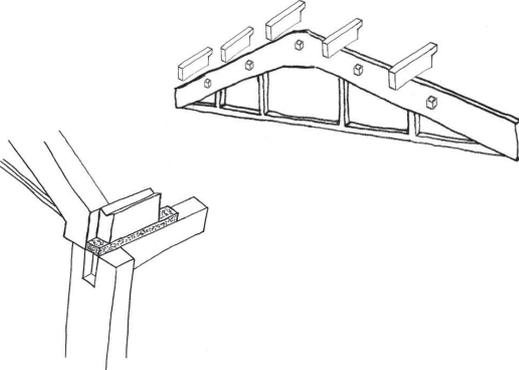
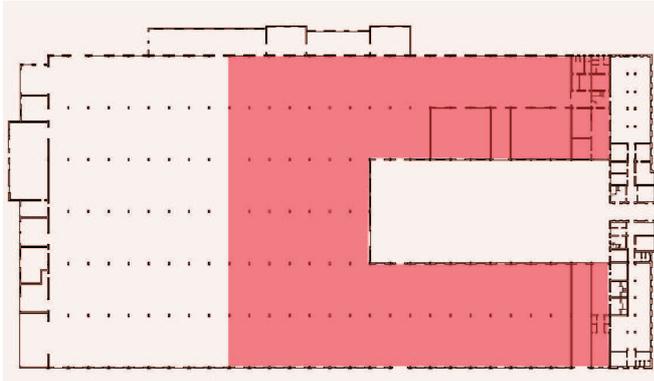
SRT.07	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.03
	Elemento tecnico: Pareti verticali	
Dettaglio in sezione		
 <p>Intonaco - strato di rinforzo sp 8 mm</p> <p>Laterizio forato 28,5x14x5 cm</p> <p>Getto collaborante in cemento sp 5 mm</p> <p>30,1 cm</p> <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti		Fotografia
		
Descrizione		Localizzazione
<p>Parete semplice con laterizi forati e rivestimento rustico.</p>		

SRT.08	Unità tecnologica: Chiusura verticale	PV.04
	Elemento tecnico: Pareti verticali scala	
Dettaglio in sezione		
<p style="text-align: center;">30,5 cm</p> <p>Malta sp. 1cm</p> <p>Mattone 27,5x13,5x6cm</p> <p>Intonaco sp. 1,5cm</p> <p>Armatura in acciaio per la scala, diam. 12mm</p> <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti		Fotografia
Descrizione		Localizzazione
<p>Muro esterno in mattone collegate con malta.</p>		

SRT.09	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.05
	Elemento tecnico: Pareti verticali	
Dettaglio in sezione		
<p>Intonaco - strato di rinforzo sp 8 mm</p> <p>Laterizio forato 24,5x12x8 cm</p> <p>Getto collaborante in cemento sp 5 mm</p> <p>9,6 cm</p>		
Scala 1:10		
Riferimenti	Fotografia	
Descrizione	Localizzazione	
Parete semplice con laterizi forati e rivestimento rustico.		

SRT.10	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale	CO.03
	Elemento tecnico: Copertura terrazza	
Dettaglio in sezione		
 <p>41 cm</p> <p>Vista trasversale del tavellone</p> <ul style="list-style-type: none"> — Strato d'intonaco sp. 1cm — Intercapedine d'aria sp. 20cm — Membrana impermeabile in emulsione bituminosa sp. 1cm — Massetto in CLS con rete in acciaio sp. 6cm — Tavellone in cotto 6x25x80 — Trave tipo Varese in cemento armato prefabbricata <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Questo solaio rimane una ipotesi basata sulle foto di una parte inaccessibile e sulle osservazioni di travi prefabbricate senza copriferri. La storia delle travi Varese confrontata all'anno di costruzione dell'edificio conferma l'ipotesi. Alcuni dubbi rimangono però, soprattutto con l'osservazione di una zona in parte distrutta del solaio, vediamo che la parte molto sottile superiore delle tavellone rimane in posto, suggerendo l'esistenza di uno strato collaborante a posto dell'intercapedine d'aria.</p>		

<p>SRT.11</p>	<p>Unità tecnologica: Chiusura verticale e inclinata Elemento tecnico: Pareti verticali e copertura in vetro</p>	<p>S.V. AA'.02 e S.V. AA'.03</p>
<p>Dettaglio in sezione</p>		
		<p>Scala 1:10</p>
<p>Dettaglio in sezione</p>	<p>Fotografia</p>	
		
<p>Descrizione</p>	<p>Localizzazione</p>	
<p>Lucernario con una struttura in calcestruzzo per i muri e in acciaio per quanto guarda la copertura. Un massima superficie di finestre sui muri e sulla coperrtura permette di portare il massimo di luce all'interno dell'edificio.</p>		

SRT.12	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale	-
Elemento tecnico: Capriata in C.A.		
Dettaglio in sezione		
 <p style="text-align: right;">Scala 1:10</p>		
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Capriata semplice vicino della capriata all'inglese, capriata formata da due puntone uniti e sostenuti da quattro monaci. La capriata è totalmente prefabbricata, con un ancoraggio previsto per le trave. Al livello del nodo capriata-pilastro, la struttura è montata come si può vedere sul disegno dello spaccato.</p>		

SRT.13	Unità tecnologica: Modulo strutturale	-
	Elemento tecnico: Modulo in C.A.	

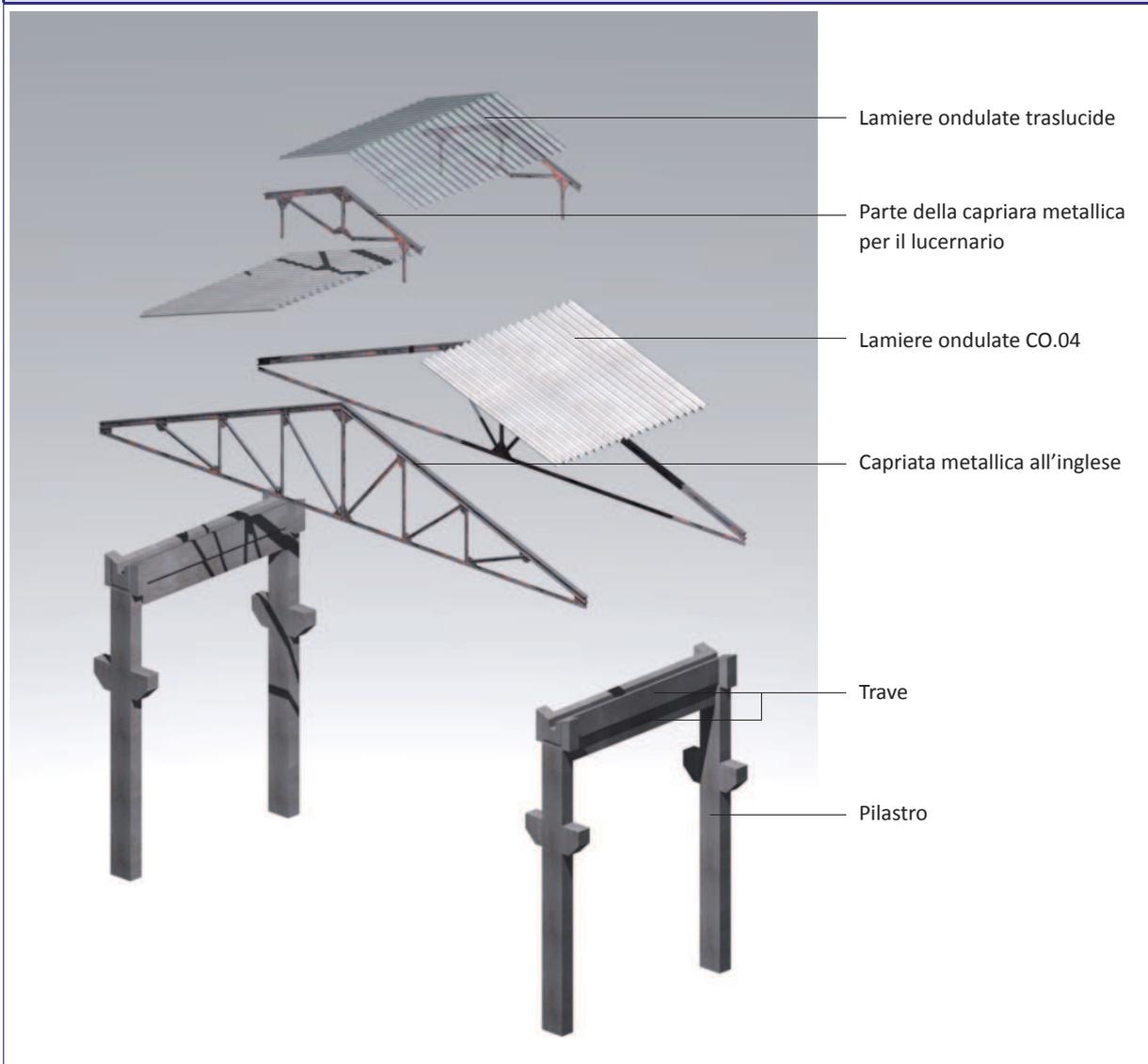
Spaccato



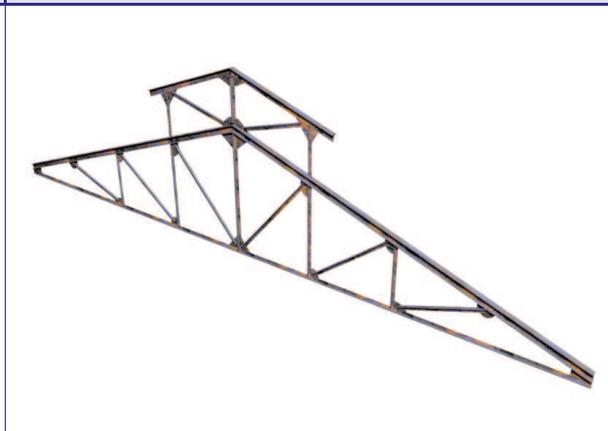
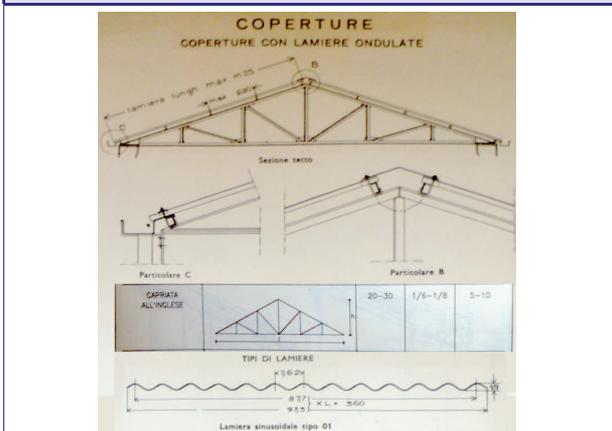
SRT.14	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale Elemento tecnico: Copertura inclinata	CO.04
Dettaglio in sezione		
Scala 1:10		
Legenda	Fotografia	
<ul style="list-style-type: none"> ① Lamiera ondulata in fibrocimento sp.3mm ② Rete metallica di ancoraggio Ø3mm ③ UPN in acciaio 40x25x3mm ④ ⑤ ⑥ Capriata metallica all'Inglese <ul style="list-style-type: none"> ④ Doppio UPN in acciaio 80x50x5mm ⑤ Profilo a "L" 50x50x5mm ⑥ Profilo a "L" in acciaio 50x50x5mm 		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Tetto di tipo Shed con struttura in acciaio. La capriata è una capriata inglese con un lucernario. Le barre verticali lavorano a compressione, mentre quelle diagonali a trazione.</p> <p>Il fibrocimento è fissato su un rete in acciaio.</p>		

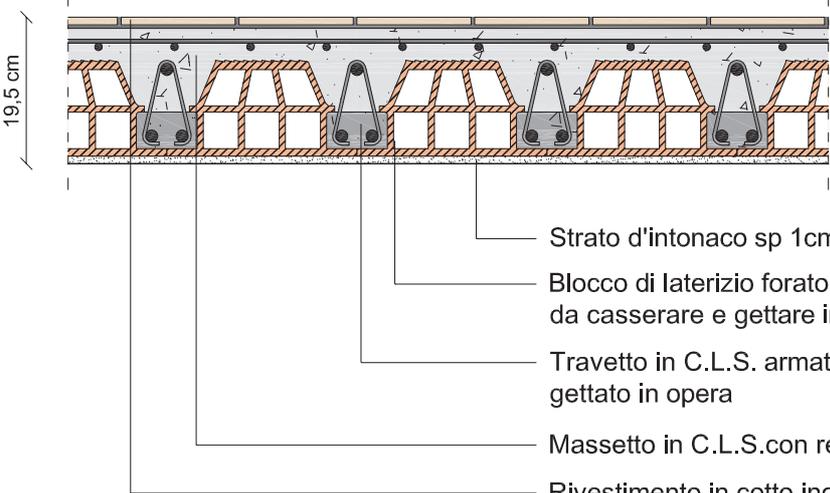
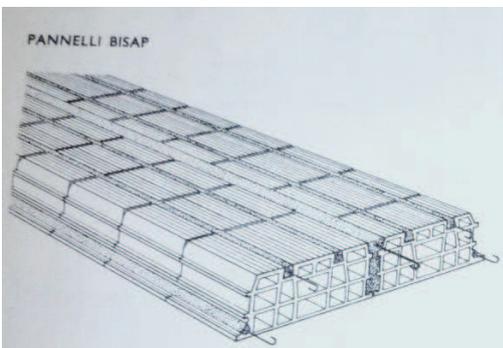
SRT.15	Unità tecnologica: Modulo strutturale	-
	Elemento tecnico: Modulo in acciaio	

Spaccato



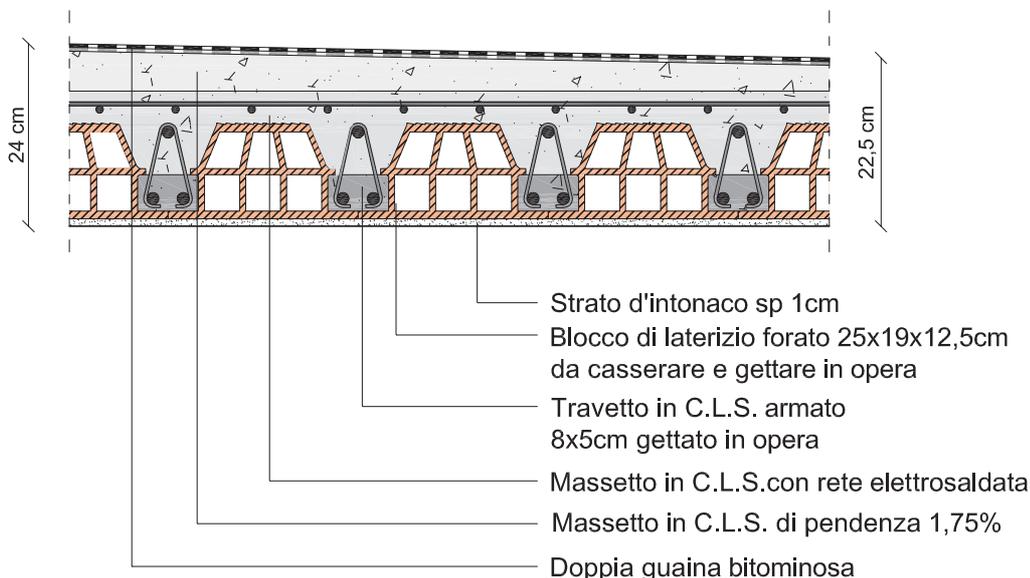
Riferimenti Capriata 3D



SRT.16	Unità tecnologica: Parete orizzontale	PO.01
	Elemento tecnico: Solaio palazzina	
Dettaglio in sezione		
 <ul style="list-style-type: none"> Strato d'intonaco sp 1cm Blocco di laterizio forato 25x19x12,5cm da casserare e gettare in opera Travetto in C.L.S. armato 8x5cm gettato in opera Massetto in C.L.S. con rete elettrosaldata Rivestimento in cotto incollato con malta sp. 0,5cm 		
		Scala 1:10
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Per questo solaio, il rilievo permette solo di capire come è fatto l'intradosso. Il solaio è stato ipotetizzato da quelli della stessa famiglia.</p> <p>Il solaio fa parte dei solai da casserare e gettare in opera a mezzo di blocchi di laterizio forato.</p> <p>La sua particolarità è il fatto di essere costituito di blocchi laterizi piccoli e un'armatura fina e diffusa : l'interasse tra due file di laterizio è di solo 25cm.</p>		

SRT.17	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale	CO.05
	Elemento tecnico: Tetto palazzina	

Dettaglio in sezione



Scala 1:10

Riferimenti

Tabella V.3.4: Solai misti a pannelli prefabbricati

Tipologia	Altezza [cm]	Peso [kg/m²]	Tipologia	Altezza [cm]	Peso [kg/m²]	Tipologia	Altezza [cm]	Peso [kg/m²]
a) Bimapp	12	1,10	b) Pansap	11,5	1,30	c) Rapidstrut	16	1
	15	1,75		14,5	1,95		20	1,40
	16,5	1,40		15,5	1,55		18,5	2,20
	19,5	2,05		18,5	2,20		19,5	1,80
	20	1,60		22,5	2,45		23,5	2,04
	23	2,25		26,5	2,70			
d) Trifix	24	1,90	e) Neosap - Neosap S	12	1,40	f) Celepan - Celepan P	16	2,80
	27	2,55		15	2,10		20	3,20
	8,5	0,85		16,5	1,70		24	3,45
	11,5	1,00		19,5	2,40		28	3,85
	12,5	1,10		20	1,90		32	4,15
	15,5	1,85		23	2,65		15	3,75
16,5	1,40	24	2,35	19,5	4,15			
19,5	2,15	26	2,85	23	4,42			
20,5	1,70	27	3,05	28	4,86			
23,5	2,45	29	3,54	35	5,63			
		30	5,77					

Fotografia



Descrizione

Per questo solaio, il rilievo permette solo di capire come è fatto l'intradosso. Il solaio è stato ipotizzato da quelli della stessa famiglia.

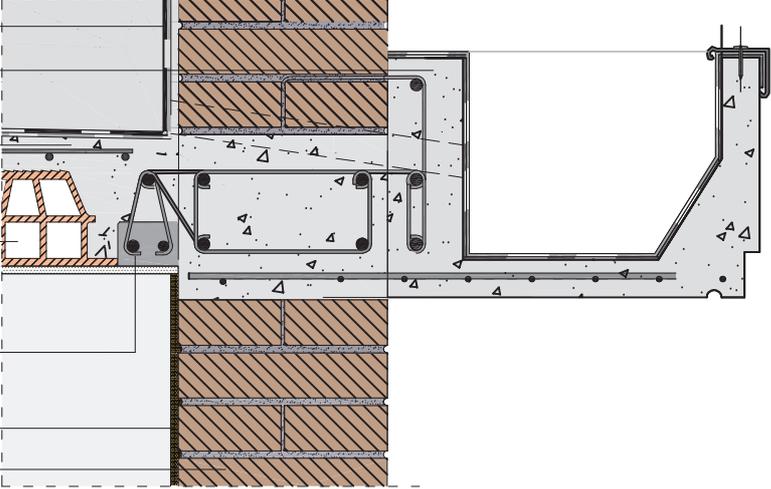
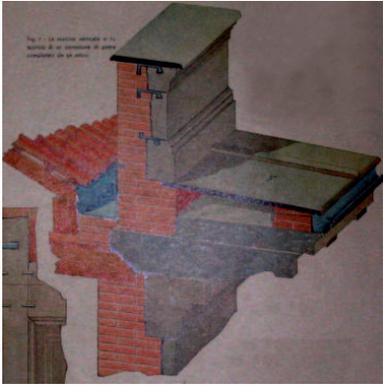
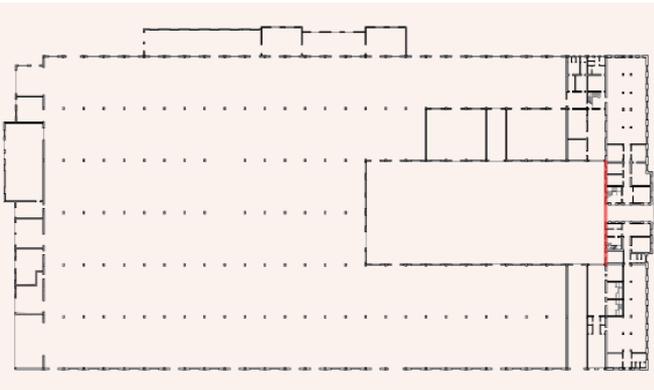
Il solaio fa parte dei solai da casserare e gettare in opera a mezzo di blocchi di laterizio forato.

La sua particolarità è il fatto di essere costituito di blocchi laterizi piccoli e un'armatura fina e diffusa : l'interasse tra due file di laterizio è di solo 25cm.

Un massetto in calcestruzzo di piccola pendenza permette all'acqua di scendere verso le gronde della piazza interna.

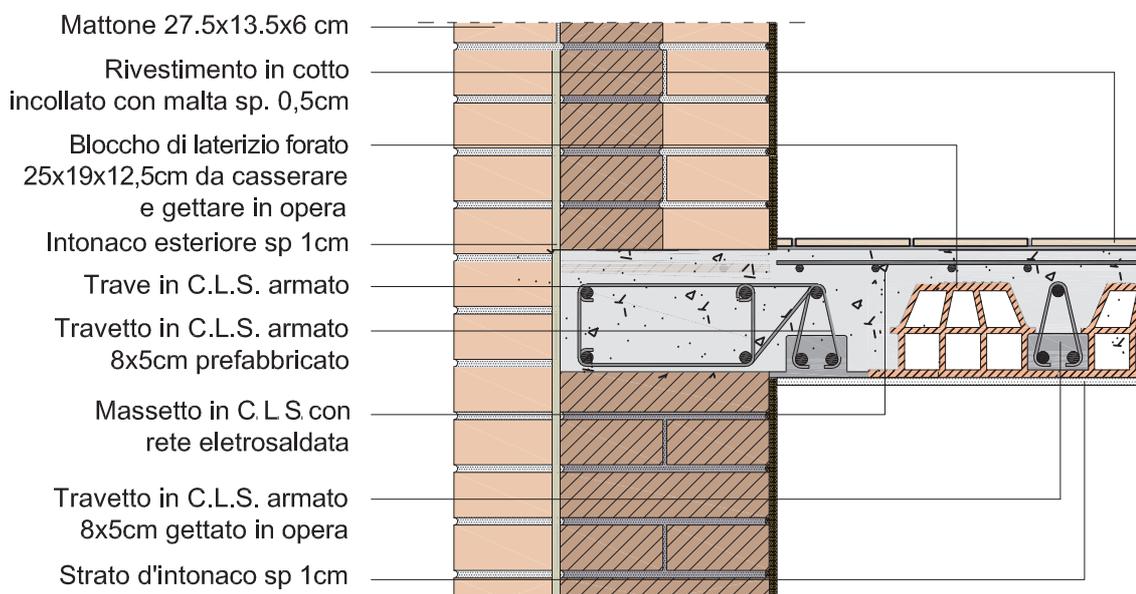
Localizzazione



SRT.18	Unità tecnologica: - Elemento tecnico: Nodo della gronda verso la piazza interna	S.V. BB'.01
Dettaglio in sezione		
<p>Doppia guaina bituminosa</p> <p>Cornicione in C.L.S. armato con armature di ancoraggio</p> <p>Massetto in C.L.S. con rete elettrosaldata</p> <p>Blocco di laterizio forato 25x19x12,5cm da casserare e gettare in opera</p> <p>Travetto in C.L.S. armato 8x5cm prefabbricato</p> <p>Strato d'intonaco sp 1cm</p> <p>Mattone 27.5x13.5x6 cm</p>		Scala 1:10
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
Cornicione in cemento armato tra il secondo e il terzo piano sulla facciata verso la piazza interna.		

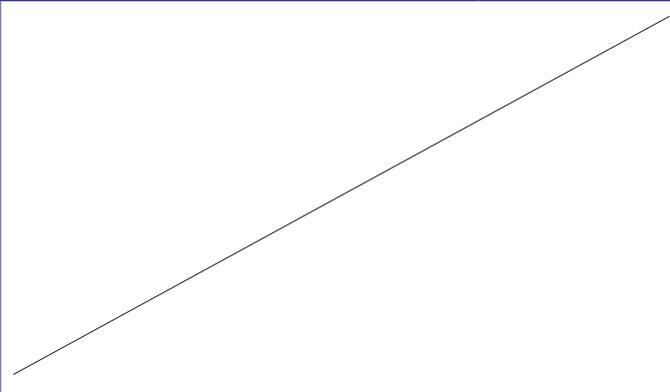
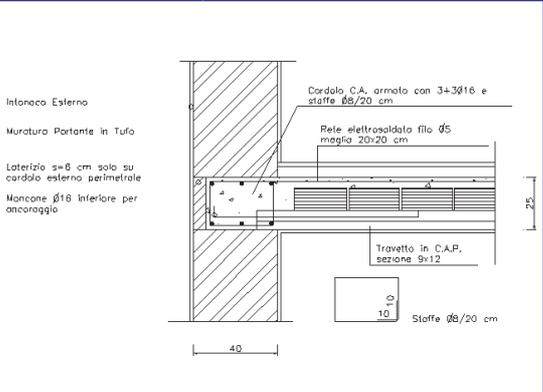
SRT.19	Unità tecnologica: -	S.V. BB'.02
	Elemento tecnico: Nodo tra solai e pareti perimetrali	

Dettaglio in sezione



Scala 1:10

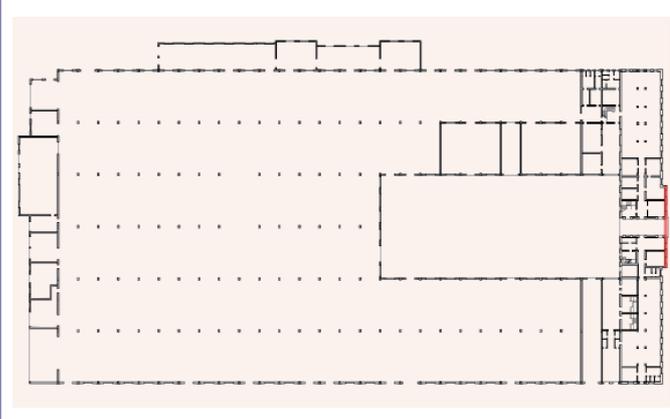
Riferimenti	Fotografia
-------------	------------



Descrizione	Localizzazione
-------------	----------------

Nodo ipotesiato di ricerche sull'ancoraggio di un solaio misto con una muratura portante e con riferimenti di opere moderne.

L'intonaco esterno è usato su delle strisce di facciata. Sotto quel intonaco, la trave di appoggio del solaio è a vista, lo che si può vedere dove l'intonaco si stacca. Comunque quello solaio a vista non si vede ovunque soto l'intonaco.



SRT.20	Unità tecnologica: -	S.V. BB'03
	Elemento tecnico: Nodo delle fondazioni	

Dettaglio in sezione

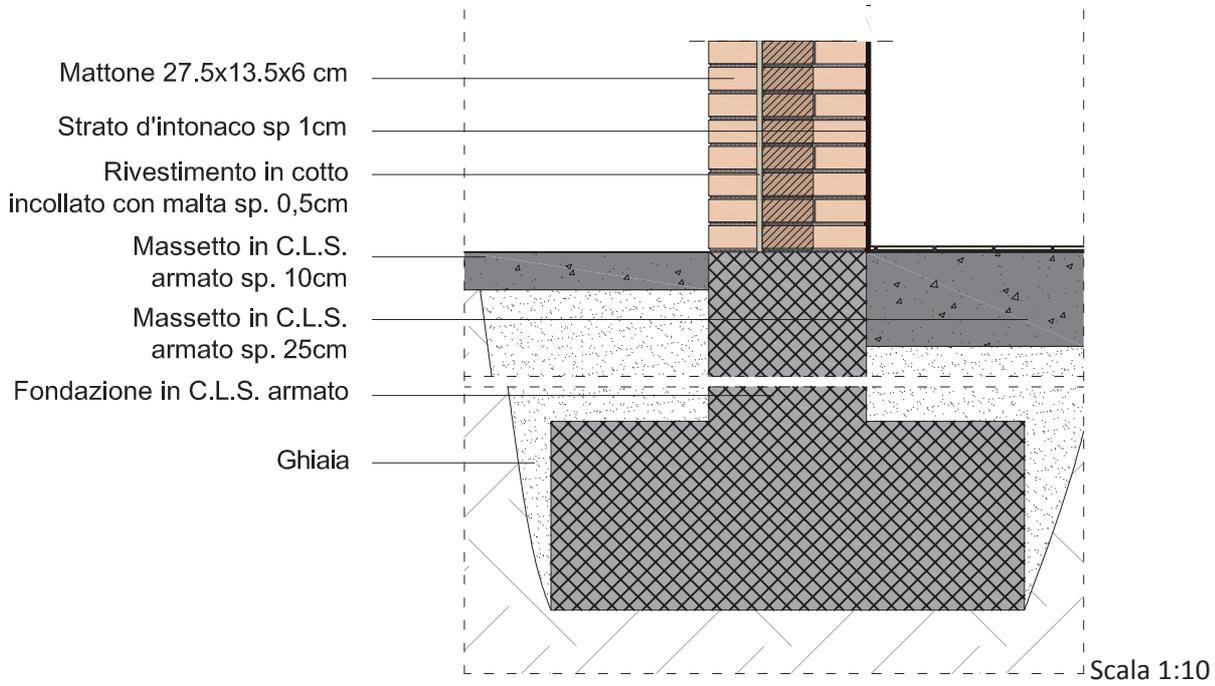
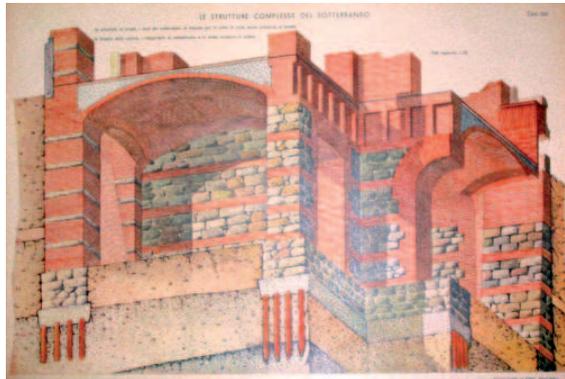
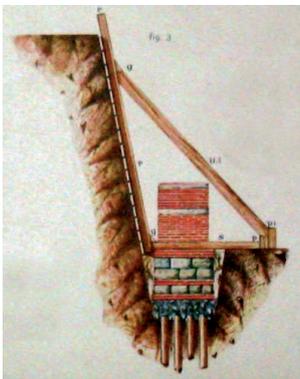
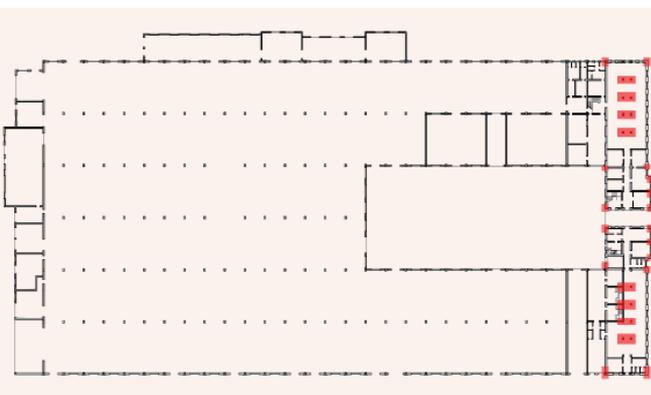


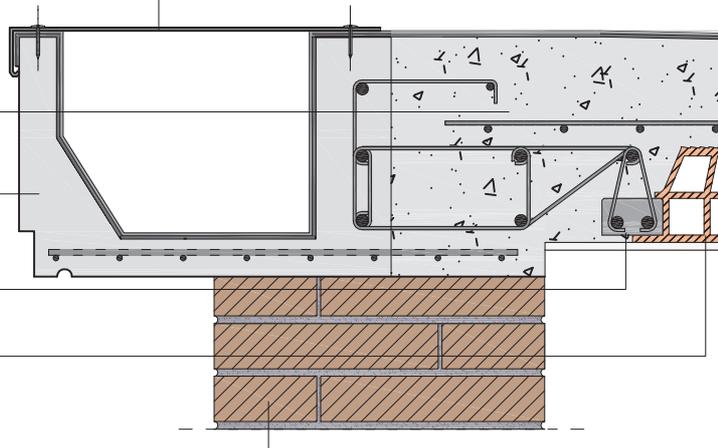
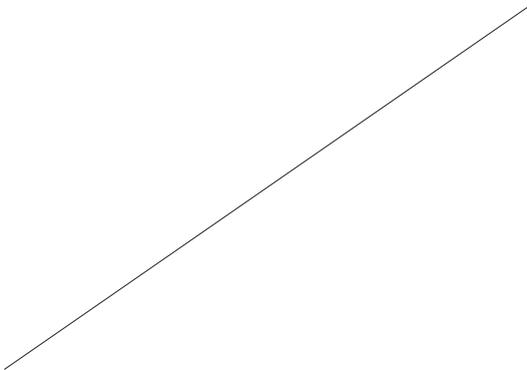
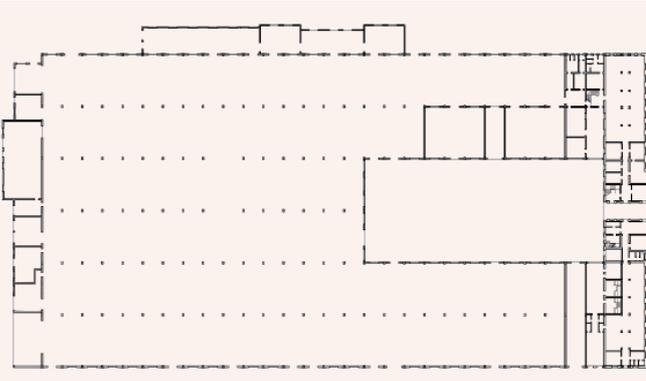
Illustrazione della prima idea



Descrizione	Localizzazione
-------------	----------------

Nessuno indizio sulle fondazione poteva essere trovato durante le visite. La scelta consiste quindi in una ipotesi semplificatrice, anche se un'altra possibilità fu stata evocata, dal studio delle schede del Formenti per le fondazioni di edifici della stessa epoca (illustrazione).



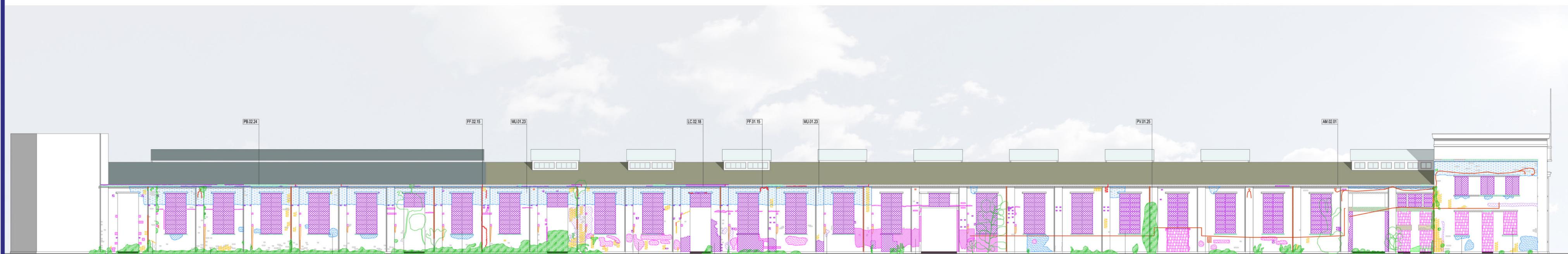
SRT.21	Unità tecnologica: -	S.V. BB'.04
Elemento tecnico: Nodo della cornice		
Dettaglio in sezione		
<p>Foglie di zinco sp. 0,4cm</p> <p>Massetto in C.L.S. con rete elettrosaldada</p> <p>Canale di gronda in cemento armato</p> <p>Travetto in C.L.S. armato 8x5cm prefabbricata</p> <p>Blocco di laterizio forato 25x19x12,5cm da casserare e gettare in opera</p> <p>Mattone 27.5x13.5x6 cm</p>		Scala 1:10
Riferimenti	Fotografia	
		
Descrizione	Localizzazione	
<p>Nodo ipotizzato di ricerche sull'ancoraggio di un solaio misto con una muratura portante e con riferimenti di opere moderne.</p> <p>Un dubbio rimane però per quanto guarda la differenza di tipologia tra il doppio travetto prefabbricato e quelli del solaio gettati in opera.</p>		



	Alveolizzazione Moderata (AM)		Efflorescenza (EF)		Lacuna (LC)	01 - Muratura (laterizio e malta)
	Attrezzatura Vetusta (AV)		Elementi Provvisori (EP)		Mancanza (MC)	02 - Calcestruzzo armato
	Colonizzazione Biologica (CB)		Esfogliazione (FS)		Macchia di Ruggine (MR)	03 - Intonaco
	Corrosione e Ossidazione (CO)		Macchia di umidità (MU)		Patina Biologica (PB)	04 - Legno
	Degradamento Abiotico (DA)		Fratturazione o Fessurazione (FF)		Presenza di Vegetazione (PV)	05 - Metallo
	Disgregazione (DG)		Fronte di RissalITÀ (FR)		Rapezzo visibile (RV)	06 - Altre origine
	Dilavamento da acque meteorologiche (DL)		Graffito Vandalico (GV)			

Codice di degrado
 Numero di materiale
 Numero di schede di degrado





-  Alveolizzazione Moderata (AM)
-  Attrezzatura Vetusta (AV)
-  Colonizzazione Biologica (CB)
-  Corrosione e Ossidazione (CO)

-  Degradamento Abiotico (DA)
-  Disgregazione (DG)
-  Dilavamento da acque meteorologiche (DL)
-  Efflorescenza (EF)

-  Elementi Provvisori (EP)
-  Esfogliazione (FS)
-  Macchia di umidità (MU)
-  Fratturazione o Fessurazione (FF)

-  Fronte di RissalITÀ (FR)
-  Graffito Vandalico (GV)
-  Lacuna (LC)
-  Mancanza (MC)

-  Macchia di Ruggine (MR)
-  Patina Biologica (PB)
-  Presenza di Vegetazione (PV)
-  Rapezzo visibile (RV)

- 01 - Muratura (laterizio e malta)
- 02 - Calcestruzzo armato
- 03 - Intonaco
- 04 - Legno
- 05 - Metallo
- 06 - Altre origine

 Codice di degrado
 Numero di materiale
 Numero di schede di degrado



3.4 Rilievo del degrado

Il degrado è un fenomeno definito patologico, ossia che denuncia una “condizione di sofferenza”. Per definire in maniera più specifica il degrado riferito al nostro campo d’indagine, indaghiamo i processi che lo generano, distinguendo tra un invecchiamento naturale e un invecchiamento patologico. In particolare si ha un invecchiamento naturale quando il degrado avviene in un tempo previsto, in relazione al livello di sviluppo tecnologico scelto al momento della progettazione dell’oggetto. Si ha invece un invecchiamento patologico quando il degrado fisico o prestazionale avviene in tempi ravvicinati.

Definizione del degrado

L’obiettivo di questo rilievo è la costituzione di un quadro generale sullo stato di conservazione delle diverse parti dell’edificio. Oltretutto ne deriverà la determinazione degli interventi necessari da effettuare per conservare il costruito.

Il rilievo è stato diviso in due parti: la prima concerne l’elaborazione delle mappature, soprattutto sui prospetti; la seconda, la costituzione di alberi degli errori per individuare le cause, le fasi e le conseguenze del danno.

Impostazione dello studio

Mappature del degrado

L’elaborazione della mappatura è la fase preliminare al rilievo del degrado. Riporta, con codici grafici, la posizione e l’estensione delle patologie nonché di tutte le forme di degrado rilevate. Si elencano in seguito le patologie maggiormente ricorrenti e si forniscono le definizioni da Normal.

Alveolizzazione moderata: Presenza di cavità di forma e dimensioni variabili, dette alveoli, spesso interconnesse e con distribuzione non uniforme.

Definizioni delle patologie da Normal

Attrezzatura vetusta: Forma di alterazione e/o di modificazione dello stato di conservazione dell’edificio e/o del contesto in cui esso è inserito quando questa azione è indotta dall’uso improprio.

Colonizzazione biologica: Presenza riscontrabile macroscopicamente di micro e/o macro organismi (alghe, funghi, licheni, muschi, piante superiori).

Corrosione e ossidazione: Il fenomeno si manifesta in superficie, ma si propaga poi in profondità in quanto lo stato superficiale, degradato, non è più resistente e compatto ma poroso e facilmente fratturabile.

Degradamento abiotico: Degradamento causato da agenti sia chimici (come acide o basi), sia fisici (come luce solare, vento, umidità, temperatura).

Disgregazione: Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. Talvolta viene utilizzato il termine polverizzazione.

Distacco dei copriferri: Soluzione di continuità del conglomerato cementizio con le barre di armatura.

Dilavamento da acque meteorologiche: Modificazione d'aspetto dovuta all'asportazione di materiali o pigmenti da parte dell'acqua che scorre sulla superficie verticale.

Efflorescenza: Formazione superficiale di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro.

Elementi provvisori: Aggiunto di elementi diversi e provvisori (mattoni forati, recinzioni) che cambiano la funzione dell'elemento di base.

Esfoliazione: Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e sub parallele tra loro, dette sfoglie.

Fratturazione o fessurazione: Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.

Fronte di risalita: Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. E generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.

Graffito vandalico: Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate.

Lacuna: Perdita di continuità di superficie (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.).

Mancanza: Perdita di elementi tridimensionali.

Macchia di ruggine: Variazione cromatica localizzata della superficie correlata alla presenza di materiali estranei (prodotti di ossidazione di materiali metallici).

Macchia di umidità: Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. E generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.

Patina biologica: Strato sottile e omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato.

Presenza di vegetazione: Presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei.

Rappezzo visibile: Aggiunto di elementi diversi per consolidare degli elementi indeboliti.

Rilievo delle anomalie visibili

Percorrendo tutta la facciata attentamente, osservando le condizioni anomale e incrociando una serie di informazioni desunte da altri rilievi, è stato effettuato il rilievo del degrado. La mappatura, ossia la fase preliminare, precede le fasi interpretative dei fenomeni che hanno generato il degrado. Questi ultimi sono stati individuati, localizzati sul prospetto e collegati a un materiale e un elemento tecnico.

Impostazione del rilievo

Le patologie ricorrenti sono quelle dovute all'acqua e al suo cattivo trattamento ed evacuazione: dilavamento da acque meteoriche, macchie di umidità, fronte di risalita, colonizzazione biologica, ecc. Si osserva anche il cattivo stato fisico delle pareti attraverso la manifestazione di: disgregazione, esfoliazione, lacune e mancanze.

Patologie ricorrenti

Diagnosi delle cause del degrado

La fase di diagnosi costituisce lo strumento principale per evidenziare graficamente le relazioni logiche tra gli eventi e le possibili cause. Ci sono diversi livelli, tra i quali si evidenziano: il guasto fisico o prestazionale, il tipo di processo che porta al guasto (chimico, fisico-meccanico, biologico, o altro), le azioni che portano al guasto, i difetti, e gli errori o cause primarie.

Queste indagini sono raccolte nelle tavole seguenti sotto forma di albero degli errori per alcuni degradi tipici del nostro oggetto: la disgregazione della malta, il distacco dei copriferrì, l'efflorescenza e le fessurazioni.

I processi d'intervento

Determinata la causa del degrado si può quindi individuare l'intervento da effettuare, che sarà descritto nella scheda d'intervento correlata. Gli interventi sono stati elaborati per le indagini frequenti sulle nostre facciate e per le quale l'intervento è fattibile: la risalita capillare, la disgregazione della malta, l'efflorescenza, il distacco dei copriferrì, la disgregazione e l'alveolizzazione dei davanzali.

Seguono in allegato le mappature delle facciate nord e ovest, le schede dei degradi osservati, gli alberi degli errori e per concludere le schede tecniche degli interventi.

Guasto fisico o prestazionale

Tipo di processo che porta al guasto

Azioni che portano al guasto

Difetti

Errori e cause primarie

Disgregazione della malta dei sigillanti dei mattoni in facciata

Scheda degrado: SRD.08

CHIMICO

FISICO-MECCANICO

BIOLOGICO

ALTRA NATURA

Cristallizzazione dei sali contenuti nell'acqua

Alterazione delle proprietà chimiche della malta

Mancanza di elementi protettivi

Superfici direttamente esposte alle piogge

Scelta dei costituenti della malta (presenza di solfati)

Rottura di elementi di protezione alla pioggia

Inquinamento atmosferico allo SO₂

Vento

Errori nelle scelte progettuali di protezione agli agenti chimici

Scelta del tipo di sigillante (rotondo o incavato)

Sollecitazioni trazione / compressione dovute ai cicli gelo/disgelo¹⁺²

Sollecitazioni meccanici dovute all'espansione dei radici

¹ Dilavamento della muratura² Umidità per risalita capillare³ Umidità costante nella muratura dovuta alla condensazione

Infestazione vegetale

¹ Rottura di elementi di protezione alla pioggia² Sistema di drenaggio inefficace³ Assenza di isolamento o barriera al vapore

No manutenzione di base

Sollecitazioni meccanici al punto di discontinuità sigillante / mattone

Erosione superficiale

Ritiro della malta

Presenza di fessure

Mancanza di sigillanti

Malta eccessivamente porosa

Cedimenti strutturali

Schiacciamento della struttura muraria

Vento

Scelta dei costituenti della malta e dosaggio in cantiere

Azione di acidi corrosivi

Catalizzazione della disgregazione della malta

Presenza di muschi

Infestazione vegetale

Rottura di elementi di protezione alla pioggia (gronda)

Sistema di drenaggio inefficace

No manutenzione di base

Azione antropica. Lesioni dovute all'attività industriale

Modificazione della repartizione dei carichi

Presenza di fessure

Vibrazioni legate all'attività della fonderia

Scarsa manutenzione strutturale

Guasto fisico o prestazionale

Tipo di processo che porta al guasto

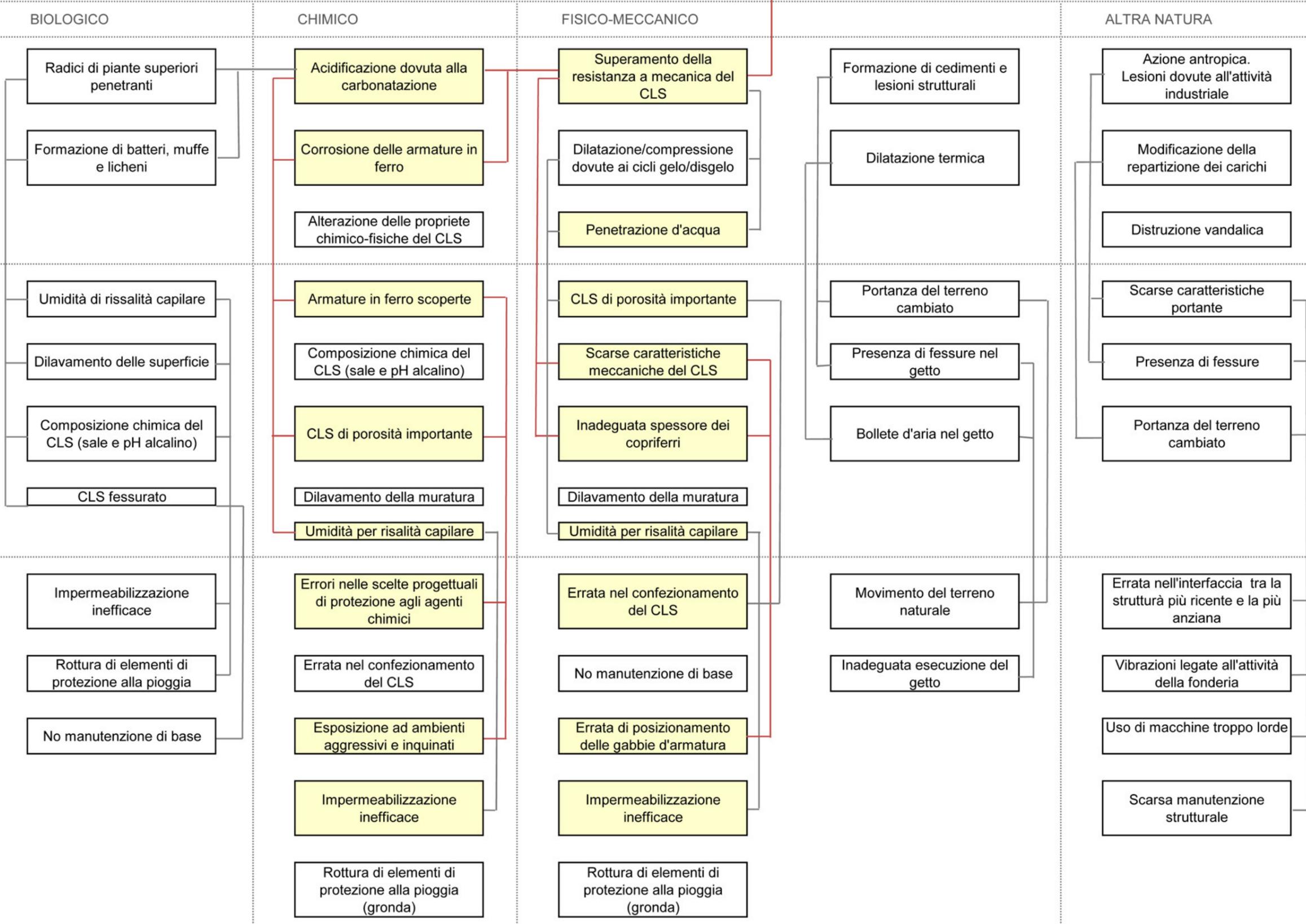
Azioni che portano al guasto

Difetti

Errori e cause primarie

Distacco dei copriferrì dei pilastri interni

Scheda degrado: SRD.10



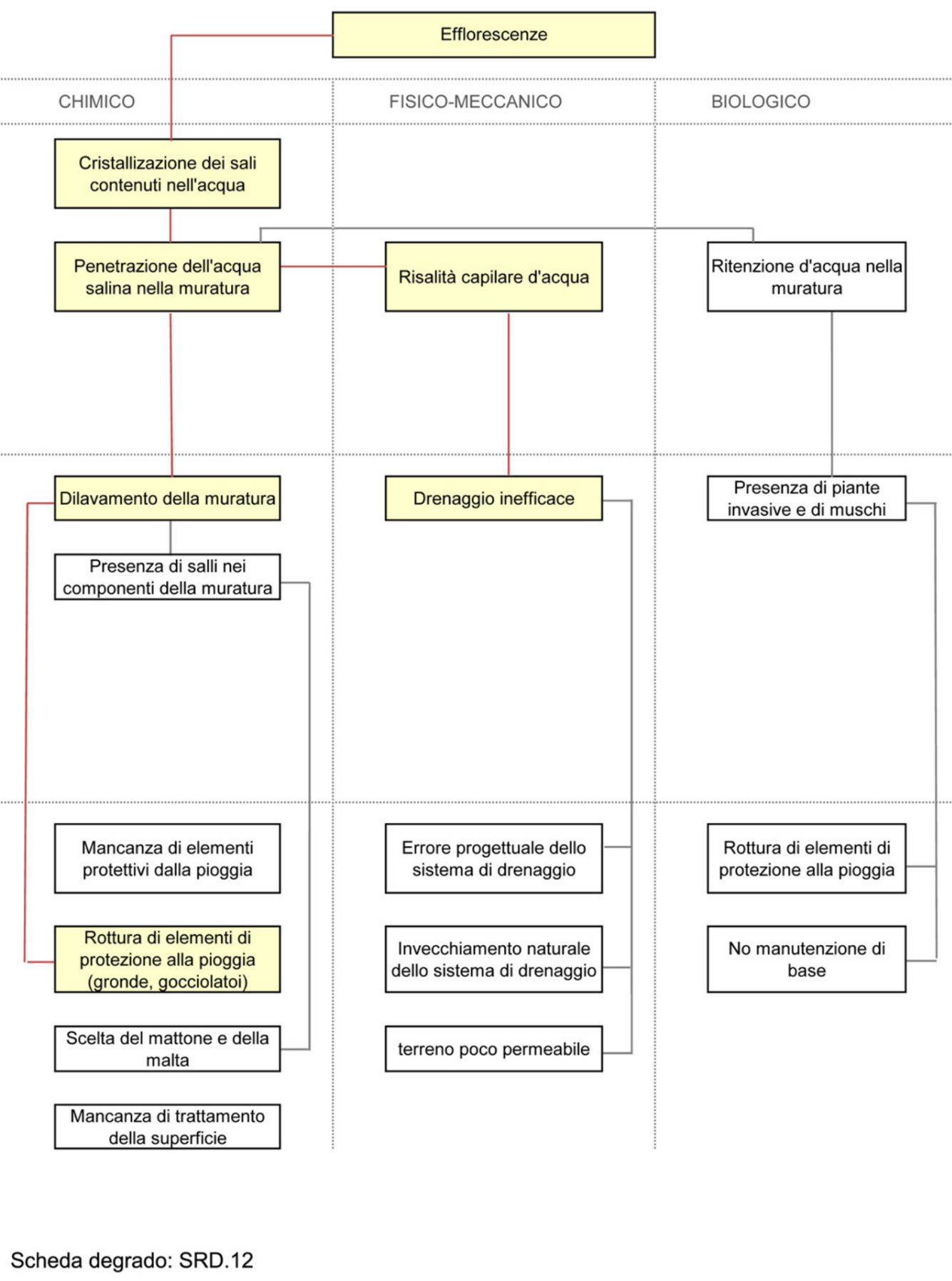
Guasto fisico o prestazionale

Tipo di processo che porta al guasto

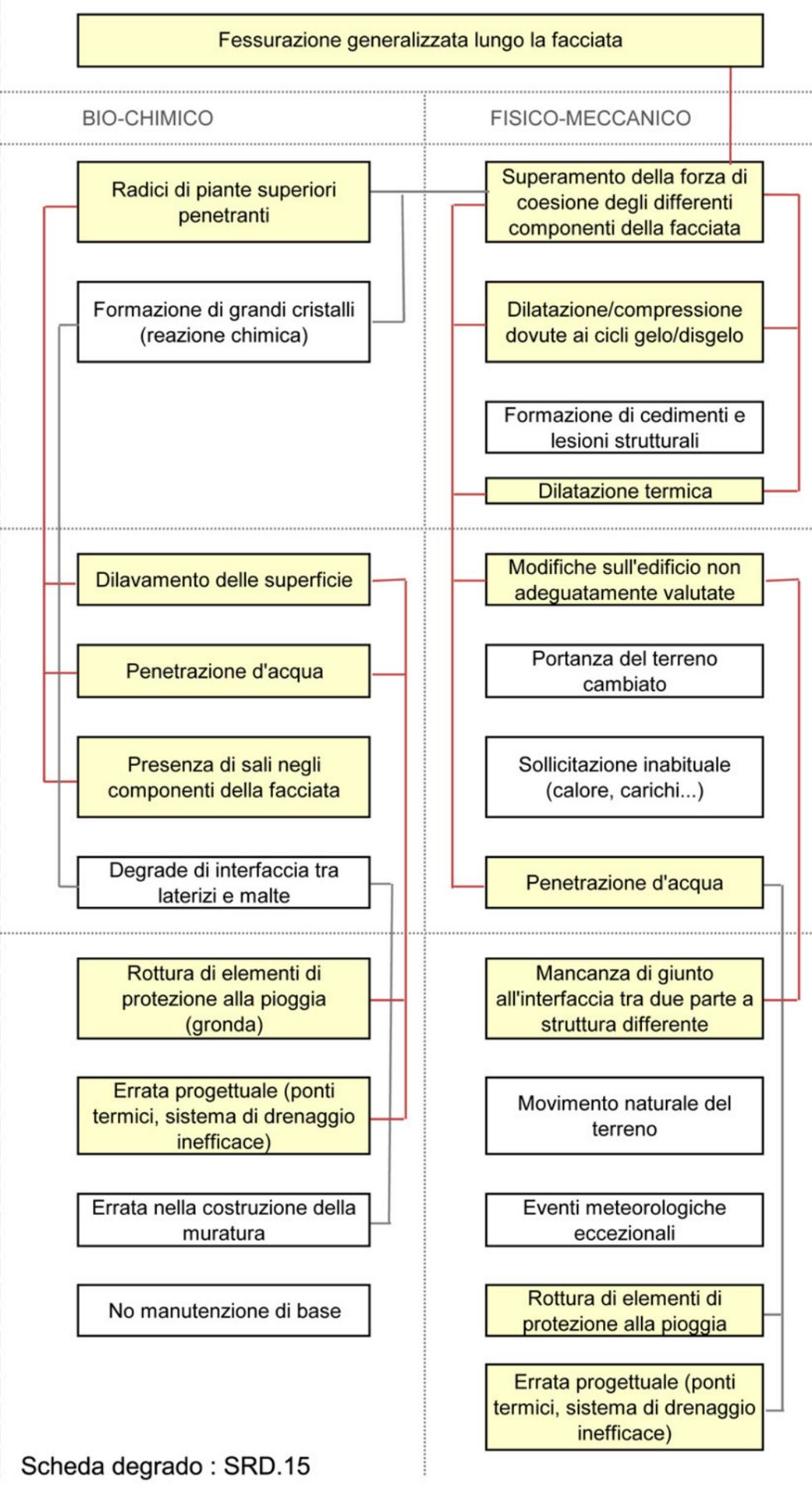
Azioni che portano al guasto

Difetti

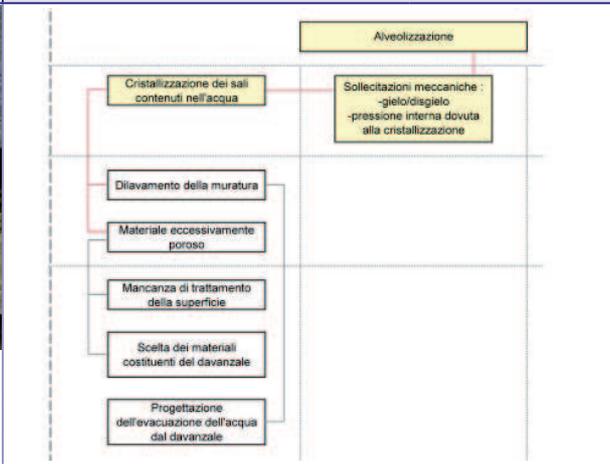
Errori e cause primarie

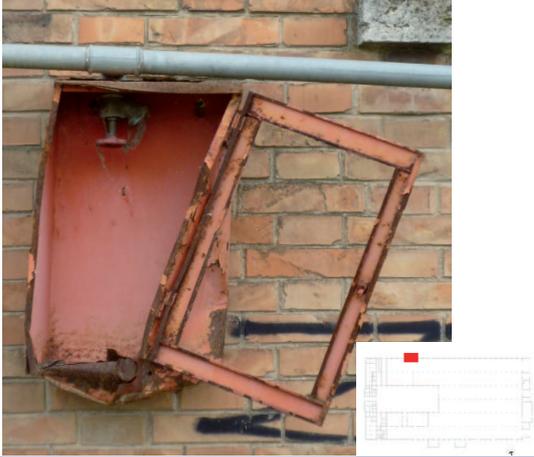


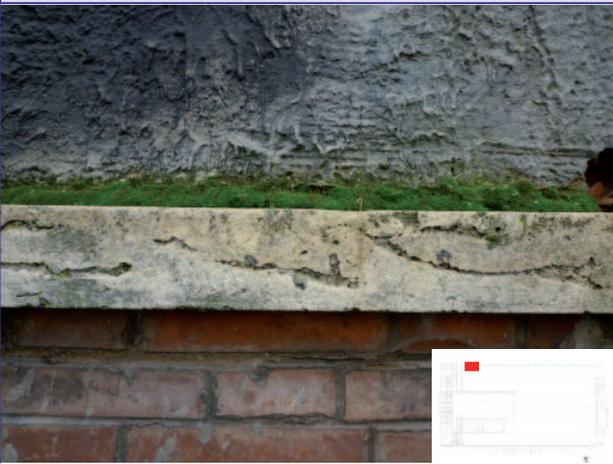
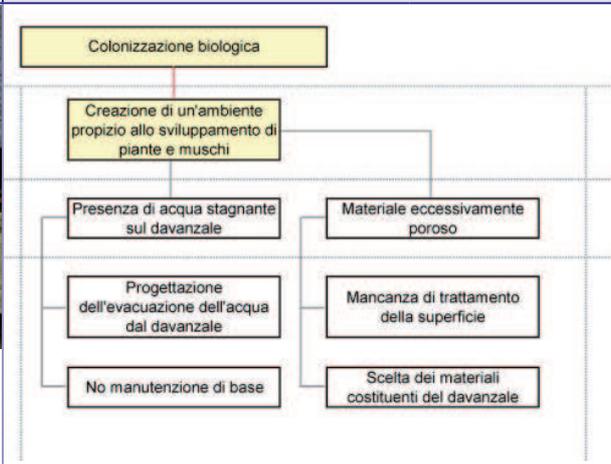
Scheda degrado: SRD.12

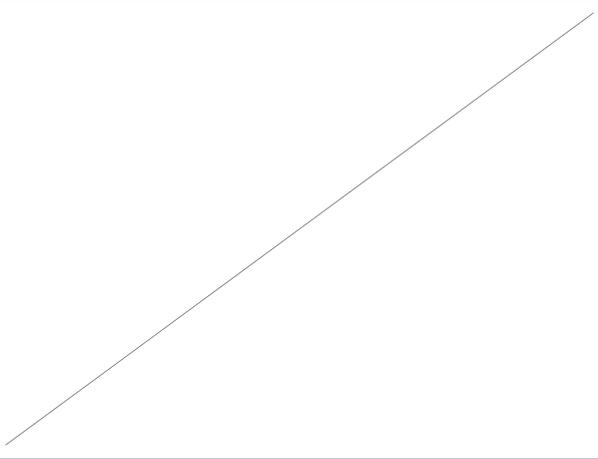


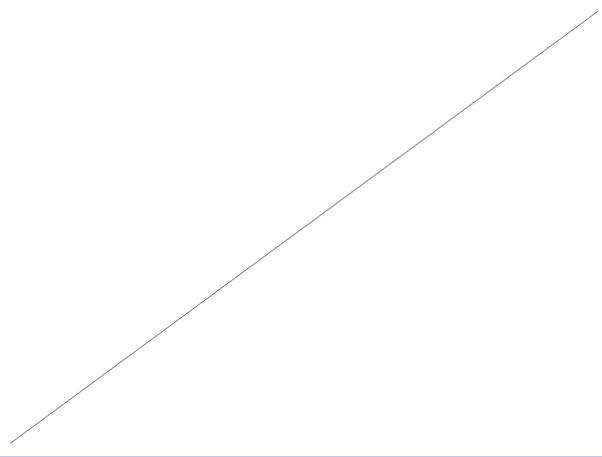
Scheda degrado : SRD.15

SRD.01	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca Elemento tecnico: Davanzale e frontone in C.A.	Rif. AM.02
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Alveolizzazione moderata		La patologia interessa tutte le davanzale e il frontone in C.A.
Definizione (Normal)		
Presenza di cavità di forma e dimensioni variabili, dette alveoli, spesso interconnesse e con distribuzione non uniforme.		
Descrizione		Possibili cause
Visibile presenza di cavità su tutta la superficie del davanzale.		Azione disagregatrice esercitata dalla pressione di cristallizzazione dei sali all'interno dei pori del materiale.
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Alterazione dell'omogeneità della superficie.		Mancato trattamento dei materiali e assenza di manutenzione.
Materiali interessati		Indagini supplementari
C.A.		Identificazione delle caratteristiche fisiche del CLS del davanzale (compattezza e resistenza alla compressione) con lo sclerometro. Permette di capire che livello di intervento deve subire il davanzale.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		STI.04

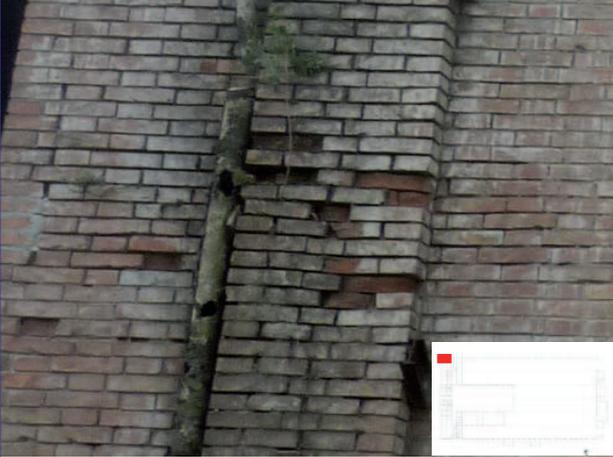
SRD.02	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. AV.06
	Elemento tecnico: Diverse	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Attrezzatura vetusta		La patologia è osservabile su tutta la facciata.
Definizione (Normal)		
Forma di alterazione e/o di modificazione dello stato di conservazione dell'edificio e/o del contesto in cui esso è inserito quando questa azione è indotta dall'uso improprio.		Possibili cause
Descrizione		Abbandono dell'edificio.
Presenza di elementi tipo tubi e lampade attaccati sulla muratura.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Assenza di manutenzione.
Macchie di ruggine, rapezzo visibile.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni.		
Stato di avanzamento		
Già avvenuto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.03	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca Elemento tecnico: Davanzale e frontone in C.A.	Rif. CB.02
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Colonizzazione biologica		La patologia è presente su tutte li davanzali e sul frontone dell'edificio.
Definizione (Normal)		
Presenza riscontrabile macroscopicamente di micro e/o macro organismi (alghe, funghi, licheni, muschi, piante superiori).		
Descrizione		Possibili cause
Visibile presenza di muschi e licheni.		Ristagno d'acqua lungo la cornice.
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Indebolimento dello strato di C.A.		Mancanza di gronde adeguate e di manutenzione. Pendenza errata della davanzale.
Materiali interessati		Indagini supplementari
C.A.		Identificazione dell'agente biologico per isolamento in coltura, o con osservazione al microscopio ottico. Conoscere l'agente biologico permette di trattarlo efficacemente.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		STI.04

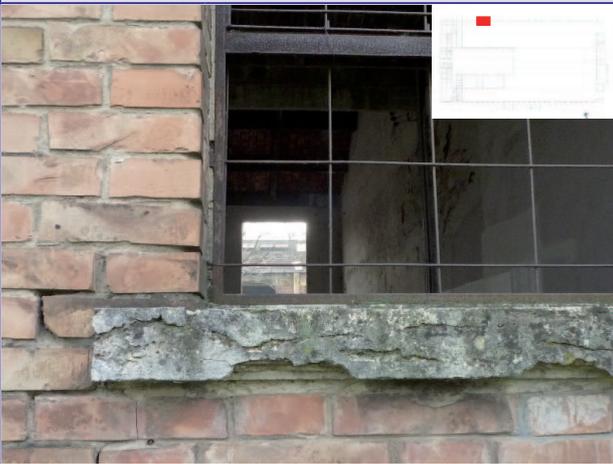
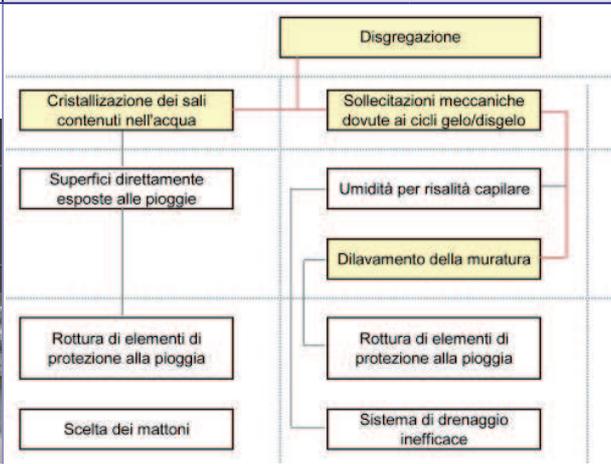
SRD.04	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. CB.06
	Elemento tecnico: Diverse	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		
Colonizzazione biologica		
Definizione (Normal)		
Presenza riscontrabile macroscopicamente di micro e/o macro organismi (alghe, funghi, licheni, muschi, piante superiori).		
Descrizione		
Visibile presenza di muschi e licheni.		
Anomalie correlate		
Indebolimento dello strato di malta.		
Materiali interessati		
Malta di giunzione.		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		
Nord, Ovest		
		Diffusione
		La patologia è presente sulla malta del rapezzo delle aperture della facciata.
		Possibili cause
		Porosità della malta. Umidità costante della muratura.
		Errori progettuali e/o di esecuzione
		Mancanza di gronde adeguate e di manutenzione. Mancato trattamento dei materiali.
		Indagini supplementari
		Identificazione dell'agente biologico per isolamento in coltura, o con osservazione al microscopio ottico. Conoscere l'agente biologico permette di trattarlo efficacemente.
		Richiamo intervento

SRD.05	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. CO.05
	Elemento tecnico: Trave in acciaio	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		
Corrosione o ossidazione		
Definizione (Normal)		
Il fenomeno si manifesta in superficie, ma si propaga poi in profondità in quanto lo stato superficiale, degradato, non è più resistente e compatto, ma poroso e facilmente fratturabile.		
Descrizione		
Visibile presenza di ruggine su tutta la trave in acciaio.		
Anomalie correlate		
Alterazione dell'omogeneità della superficie.		
Materiali interessati		
Acciaio		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		
Nord, Ovest		
Diffusione		
La patologia interessa tutti gli elementi in acciaio dell'edificio: trave, finestre, etc.		
Possibili cause		
Degrado chimico dovuto alla reazione chimica tra l'acciaio e l'aria.		
Errori progettuali e/o di esecuzione		
Mancato trattamento dei materiali e assenza di manutenzione.		
Indagini supplementari		
Richiamo intervento		

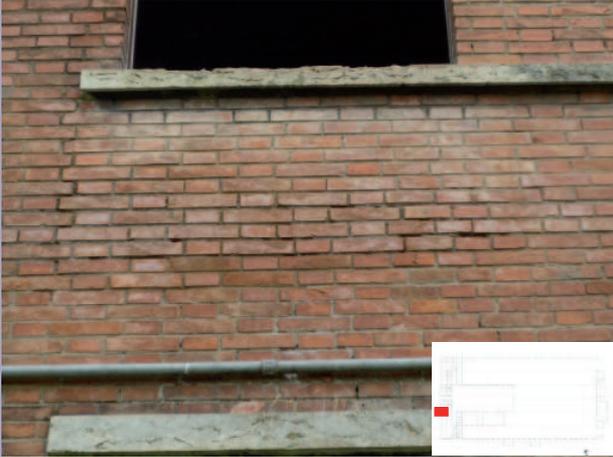
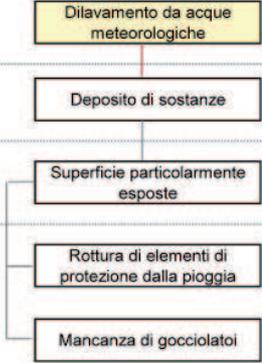
SRD.06	Unità tecnologica: Chiusura verticale trasparente	Rif. AB.04
	Elemento tecnico: Montanti in legno	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Degradamento abiotico		La patologia è osservabile sui telai delle finestre in legno della facciata Ovest.
Definizione (Normal)		
Degradamento causato da agenti sia chimici (come acidi o basi), sia fisici (come luce solare, vento, umidità, temperatura).		Possibili cause
Descrizione		Principalmente i fattori climatici.
Il legno dei telai delle finestre è stato degradato dai fattori climatici come la pioggia.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Mancato trattamento dei materiali e assenza di manutenzione.
Distacco della pittura.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Legno		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Ovest		

SRD.07	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. DG.01
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Disgregazione		La patologia interessa parte dei mattoni componenti le murature delle facciate.
Definizione (Normal)		
Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. Talvolta viene utilizzato il termine polverizzazione.		Possibili cause
Descrizione		Umidità da risalita. Umidità per assorbimento. Cristallizzazioni saline. Conseguenza del gelo.
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Alterazione dell'omogeneità della superficie.		Mancanza di protezioni, di impermeabilizzazioni a terra e di manutenzione.
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni.		Controllo dell'umidità nei mattoni intorno a quelli danneggiati. La quantificazione si può fare con la conduttimetria o con il metodo ponderale per pesata. Permette di conoscere le zone in cui i mattoni vanno cambiati.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.08	Unità tecnologia: Chiusura verticale opaca	Rif. DG.01
	Elemento tecnico: Giunti tra mattoni in malta	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Disgregazione		La patologia si trova talvolta però su tutta la facciata e a diverse altezze.
Definizione (Normal)		
Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvera o minutissimi frammenti. Talvolta viene utilizzato il termine polverizzazione.		Possibili cause
Descrizione		Umidità costante della muratura, porosità della malta.
Visibile distacco di malta tra mattoni con conseguente riduzione del giunto tra gli stessi.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Assenza di manutenzione, mancato trattamento dei materiali, mancanza di gronde adeguate.
Colonizzazione biologica.		Indagini supplementari
Materiali interessati		Identificazione del tipo di malta con analisi in laboratorio delle sue caratteristiche (densità, peso specifico e porosità). Permette di usare una malta di composizione vicina di quella usata durante l'intervento di recupero.
Malta		
Stato di avanzamento		Richiamo albero degli errori
In atto		Tavola 3.13
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		STI.01

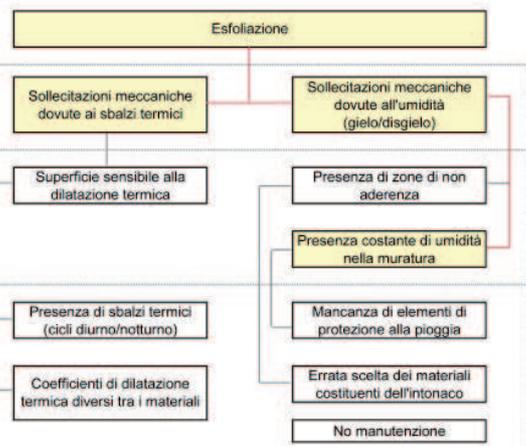
SRD.09	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca Elemento tecnico: Davanzale in C.A.	Rif. DG.02
Rilievo fotografico	Albero degli errori	
		
Patologia	Diffusione	
Disgregazione	La patologia si trova talvolta su le davanzale di tutte le facciate.	
Definizione (Normal)		
Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvera o minutissimi frammenti. Talvolta viene utilizzato il termine polverizzazione.		
Descrizione	Possibili cause	
Visibile distacco di C.A.	Umidità costante della muratura, porosità del cls.	
Anomalie correlate	Errori progettuali e/o di esecuzione	
	Assenza di manutenzione, mancato trattamento dei materiali, mancanza di gronde adeguate.	
Materiali interessati	Indagini supplementari	
C.A.	Identificazione delle caratteristiche fisiche del CLS del davanzale (compattezza e resistenza alla compressione) con lo sclerometro. Permette di capire che livello di intervento deve subire il davanzale.	
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento	Richiamo intervento	
Nord, Ovest	STI.04	

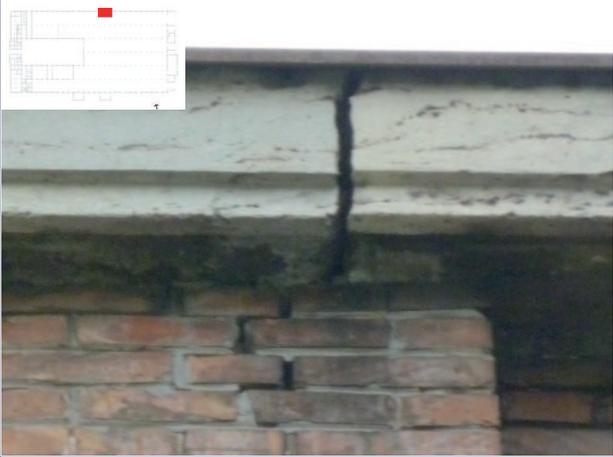
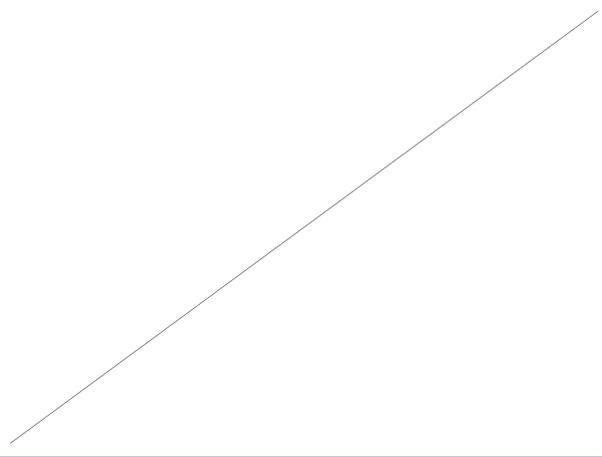
SRD.10	Unità tecnologia: Chiusura verticale opaca	Rif. DI.02
	Elemento tecnico: Pilastro in C.A.	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Distacco dei copriferri		La patologia interessa tutte le strutture in C.A. dell'edificio.
Definizione (Normal)		
Soluzione di continuità del conglomerato cementizio con le barre di armatura.		
Descrizione		Possibili cause
Evidente distacco di cls dagli elementi strutturali, che porta in vista i ferri di armatura visibilmente ossidati.		Carbonatazione del clc che provoca la corrosione delle armature con conseguente generazione di pressioni interne dovute all'aumento di volume dei prodotti di ossidazione. Dilavamento diretto delle superfici.
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Accelerazione del processo di corrosione delle armature esposte all'ambiente esterno.		Posizionamento errato delle gabbie d'armatura. Copriferri non adeguati. Mancanza di dettagli esecutivi strutturali adeguati.
Materiali interessati		Indagini supplementari
C.A.		Misura della profondità di carbonatazione (metodo pH con la fenolftaleina). Posizione delle armature e il loro diametro (metodo ultrasoni, ad esempio georadar). Qualità armature: verifica del potenziale elettrico.
Stato di avanzamento		
In atto		Richiamo albero degli errori
		Tavola 3.14
Orientamento		Richiamo intervento
Interno dell'edificio.		STI.03

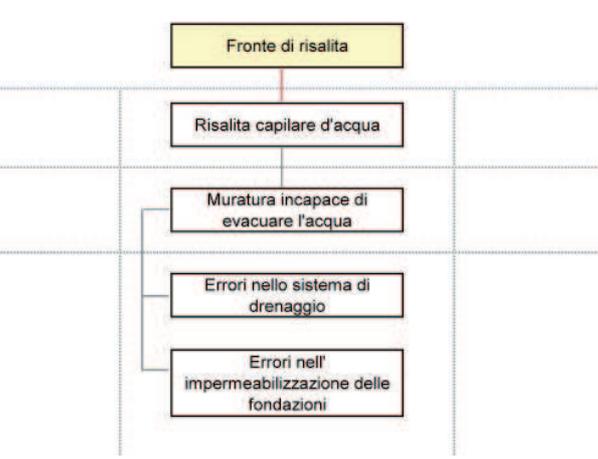
SRD.11	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. DL.01 o DL.03
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		 <pre> graph TD A[Dilavamento da acque meteorologiche] --> B[Deposito di sostanze] B --> C[Superficie particolarmente esposte] C --> D[Rottura di elementi di protezione dalla pioggia] C --> E[Mancanza di gocciolatoi] </pre>
Patologia		Diffusione
Dilavamento da acque meteorologiche		La patologia è presente sotto le davanzale di alcune finestre delle facciate e sotto tutte le davanzale di finestre con intonaco all'intorno (facciata Ovest).
Definizione (Normal)		
Modificazione d'aspetto dovuta all'asportazione di materiali o pigmenti da parte dell'acqua che scorre sulla superficie verticale.		Possibili cause
Descrizione		Dilavamento diretto delle superficie. Mancanza di scossalina adeguata.
Visibile presenza di una macchia biancastra e/o verde sotto la davanzale della finestre.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Mancanza di protezioni, assenza di manutenzione, mancanza di gronde/scossaline adeguate, mancanza di manutenzione.
Alterazione cromatica.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni o intonaco.		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.12	Unità tecnologia: Chiusura verticale opaca	Rif. EF.01
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Efflorescenza		La patologia è circoscritta a piccole zone presente su tutta la facciata dove vi è delle risalite d'acqua.
Definizione (Normal)		
Formazione superficiale di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro.		Possibili cause
Descrizione		Dilavamento delle superficie e assorbimento di acqua da parte dei componenti del muro.
Sulla superficie in mattoni sono visibile macchie di colore biancastro.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Mancato trattamento dei materiali, mancanza di gronde adeguate o della pluviale sotto.
Alterazione cromatica e disgregazione dei materiali interessati. Colonizzazione biologica o presenza di vegetazione.		Indagini supplementari
Materiali interessati		Identificazione della composizione chimica dei sali per cromatografia ionica. Permette di sapere come trattare il degrado.
Mattoni pieni e malta.		
Stato di avanzamento		
In atto		Richiamo albero degli errori
		Tavola 3.15
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		STI.05

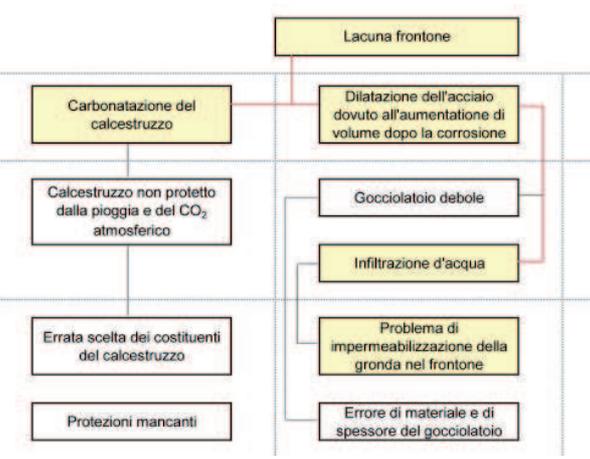
SRD.13	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. EP.06
	Elemento tecnico: Diverse	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Elementi provvisori		La patologia è presente su tutte le finestre del piano terra della facciata Ovest e alcune finestre delle altre facciate.
Definizione (Normal)		
Aggiunto di elementi diversi e provvisori (mattoni forati, recinzione) che cambiano la funzione dell'elemento di base.		Possibili cause
Descrizione		Abbandono dell'edificio e occupazione abusiva dell'edificio.
Sulle aperture vi è dei mattoni o dei recinzioni in acciaio per impedire l'accesso.		
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Rapezzo visibile.		Mancanza di manutenzione e difetto di recinto.
Materiali interessati		
Mattoni pieni.		Indagini supplementari
Stato di avanzamento		
Già avvenuto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

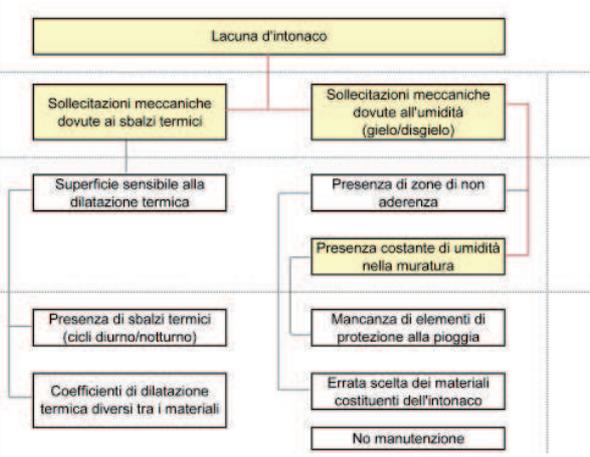
SRD.14	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. ES.03
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni e intonaco	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		 <pre> graph TD A[Esfolazione] --> B[Sollecitazioni meccaniche dovute ai sbalzi termici] A --> C[Sollecitazioni meccaniche dovute all'umidità (gielo/disgielo)] B --> D[Superficie sensibile alla dilatazione termica] B --> E[Presenza di sbalzi termici (cicli diurno/notturno)] B --> F[Coefficienti di dilatazione termica diversi tra i materiali] C --> G[Presenza di zone di non aderenza] C --> H[Presenza costante di umidità nella muratura] C --> I[Mancanza di elementi di protezione alla pioggia] C --> J[Errata scelta dei materiali costituenti dell'intonaco] C --> K[No manutenzione] </pre>
Patologia		Diffusione
Esfolazione		La patologia interessa tutto l'intonaco della facciata Ovest.
Definizione (Normal)		
Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie.		
Descrizione		Possibili cause
Visibile divisione dello strato di intonaco in diverse strati di piccolo spessore.		Umidità costante della muratura. Distacco dell'intonaco.
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Lacuna dell'intonaco. Efflorescenza e subefflorescenza.		Mancato trattamento dei materiali, cattiva esecuzione dell'elemento (ponti termici).
Materiali interessati		Indagini supplementari
Intonaco		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Ovest		

SRD.15	Unità tecnologia: Chiusura verticale opaca	Rif. FF.01 o FF.02
	Elemento tecnico: Davanzale in C.A.	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		
Fessurazione e fratturazione		
Definizione (Normal)		
Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.		
Descrizione		
Evidente fratturazione dello frontone in C.A., che si propaga su tanti mattoni e crea una fessura nella muratura.		
Anomalie correlate		
Distacco di C.A.		
Materiali interessati		
C.A. e mattoni pieni.		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		
Nord		
Diffusione		
La patologia si trova alcune volte sulle facciate dell'edificio. La combinazione delle due materiali si trova ai cambiamenti del tipo di facciata (portante/non portante o ingrandimento dell'edificio).		
Possibili cause		
Carichi di esercizio, azione di agenti chimici e fisici.		
Errori progettuali e/o di esecuzione		
Cattiva progettazione e esecuzione dell'elemento (soprattutto per la struttura dell'edificio).		
Indagini supplementari		
Controllo con il metodo degli ultrasuoni della profondità della fessura, e eventualmente di un cedimento strutturale. Controllo dello stato di avanzamento della fessura con vetrini o fessurimetro.		
Richiamo albero degli errori		
Tavola 3.15		
Richiamo intervento		

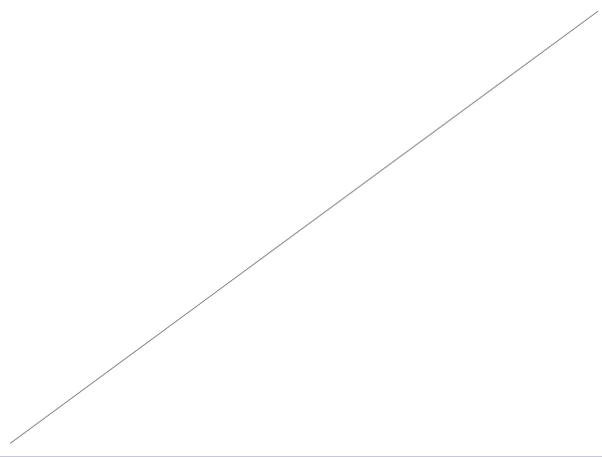
SRD.16	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. FR.01
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		 <pre> graph TD A[Fronte di risalita] --> B[Risalita capillare d'acqua] B --> C[Muratura incapace di evacuare l'acqua] C --> D[Errori nello sistema di drenaggio] C --> E[Errori nell'impermeabilizzazione delle fondazioni] </pre>
Patologia		Diffusione
Fronte di risalita		La patologia interessa una buona parte della facciata sulla metà superiore (Nord) e al livello dei solai e del tetto (Ovest).
Definizione (Normal)		
Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. E generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.		Possibili cause
Descrizione		Umidità da risalita. Umidità per assorbimento. Cristallizzazioni saline.
Visibile macchia alla base dell'edificio.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Assenza di manutenzione, mancanza di gronde adeguate, mancato trattamento dei materiali.
Alterazione cromatica. Efflorescenza.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni		Controllo della quantità d'acqua contenuta nel muro con metodo conduttimetrico. Sondare o scavare per conoscere lo stato dello sistema di drenaggio e dell'impermeabilizzazione delle fondazioni.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		STI.02

SRD.17	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. GV.01
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Graffito vandalico		La patologia interessa regolarmente le parte basse della muratura.
Definizione (Normal)		
Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate.		Possibili cause
		Abbandono dell'edificio.
Descrizione		Errori progettuali e/o di esecuzione
Presenza di graffiti a bomboletta sulle superficie in mattoni pieni (muri e pilastri).		Mancanza di manutenzione e difetto di recinto.
Anomalie correlate		
Alterazione cromatica.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni.		
Stato di avanzamento		
Già avvenuto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.18	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. LC.02
	Elemento tecnico: Davanzale e frontone in C.A.	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Lacuna		La patologia si osserva regolarmente sul frontone della facciata e sulle davanzale delle finestre.
Definizione (Normal)		
Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, etc.).		Possibili cause
Descrizione		Carbonatazione del calcestruzzo che provoca la corrosione delle armature con conseguente generazione di pressioni interne dovute all'aumento di volume dei prodotti di ossidazione.
Visibile distacco di parti dell'elemento che porta in vista i ferri di armatura.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Posizionamento errato delle gabbie d'armatura. Copriferrì non adeguati. Mancanza di dettagli esecutivi strutturali adeguati.
Corrosione delle armature.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
C.A.		Misura della profondità di carbonatazione (metodo pH con la fenolftaleina). Verifica del diametro delle armature apparenti. Qualità armature: verifica del potenziale elettrico.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord		

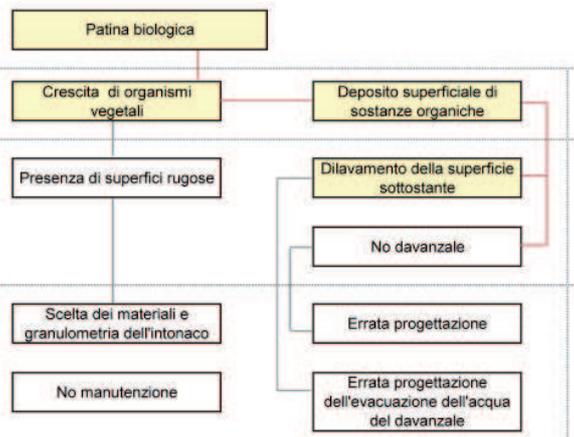
SRD.19	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. LC.03
	Elemento tecnico: Frontone in mattoni pieni e intonaco	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Lacuna		La patologia interessa unicamente alcuni elementi della chiusura.
Definizione (Normal)		
Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, etc.).		
Descrizione		Possibili cause
Distacco dell'intonaco dalla superficie dei mattoni pieni.		Incompatibilità tra mattoni ed intonaco. Dilavamento diretto delle superficie.
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Riduzione della sezione della chiusura.		Cattiva esecuzione dell'elemento e mancanza di manutenzione.
Materiali interessati		Indagini supplementari
Intonaco		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

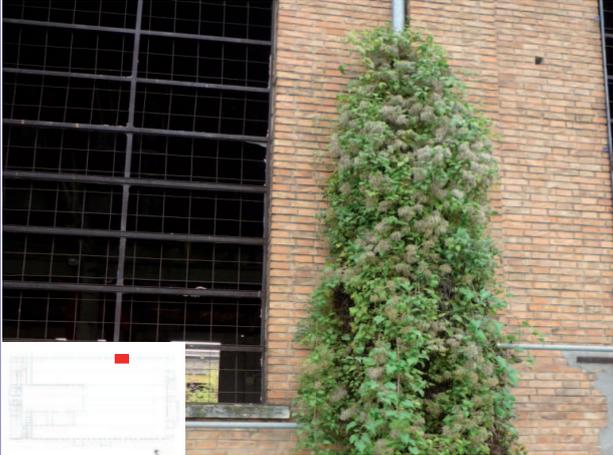
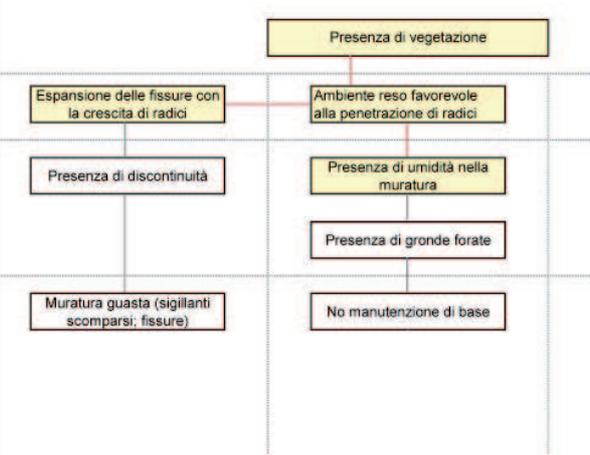
SRD.20	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. MC.01
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Mancanza		La patologia interessa mattoni a caso su tutte le murature.
Definizione (Normal)		
Perdita di elementi tridimensionali.		Possibili cause
Descrizione		Atti vandalici. Conseguenza d'aggiunto e tagliato di elementi provvisori.
Visibile perdita di mattone.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Assenza di manutenzione e abbandono dell'edificio.
Discontinuità della chiusura.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni.		
Stato di avanzamento		
Già avvenuta		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.21	Unità tecnologica: Chiusura verticale trasparente	Rif. MC.06
	Elemento tecnico: Serramenti in legno	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		
Mancanza		
Definizione (Normal)		
Perdita di elementi tridimensionali.		
Descrizione		
Visibile perdita degli elementi di chiusura trasparente.		
Anomalie correlate		
Materiali interessati		
Serramenti esterni (vetro, legno o metallo).		
Stato di avanzamento		
Già avvenuta		
Orientamento		
Nord, Ovest		
		Diffusione
		La patologia è osservabile in corrispondenza di tutti i serramenti delle facciate. Tutti i vetri sono mancanti. Alcune volte ci rimano i telai di metallo però ossidati.
		Possibili cause
		Atti vandalici.
		Errori progettuali e/o di esecuzione
		Assenza di manutenzione e abbandono dell'edificio.
		Indagini supplementari
		Richiamo intervento

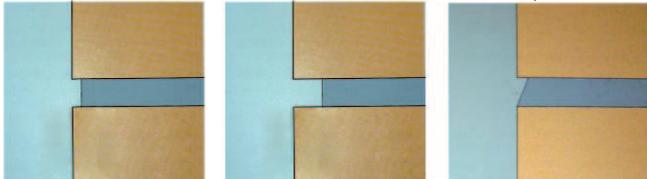
SRD.22	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. MR.01
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Macchia di ruggine		La patologia si trova sopra tutti questi elementi in acciaio che erano strutture di una pensina sulla facciata Nord.
Definizione (Normal)		
Variazione cromatica localizzata della superficie correlata alla presenza di materiali estranei (prodotti di ossidazione di materiali metallici).		Possibili cause
Descrizione		Messa in contatto della trave con agenti corrosivi. Migrazione della ruggine con il dilavamento.
Visibile macchia sul muro in mattoni sotto la trave in acciaio.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Assenza di manutenzione, mancato trattamento dei materiali, mancanza di gronde adeguate.
Alterazione cromatica del mattone sotto l'elemento in metallo.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni.		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord		

SRD.23	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. MU.01 o MU.03
	Elemento tecnico: Muro in mattoni pieni	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Macchia di umidità		La patologia interessa una buona parte della facciata sulla metà superiore (Nord) e al livello dei solai e del tetto (Ovest), ma anche tutto l'intonaco all'intorno delle finestre della facciata Ovest.
Definizione (Normal)		
Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. E generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.		Possibili cause
Descrizione		Umidità da risalita. Umidità per assorbimento. Cristallizzazioni saline.
Visibile macchia sulla metà superiore delle facciate.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Assenza di manutenzione, mancanza di gronde adeguate, mancato trattamento dei materiali.
Alterazione cromatica.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni o intonaco.		Controllo dell'umidità nel muro. La quantificazione si può fare con la conduttimetria o con il metodo ponderale per pesata. Permette di conoscere le zone da cui vengono le fughe d'acqua.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.24	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. PB.02
	Elemento tecnico: Davanzale e frontone in C.A.	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Patina biologica		La patologia interessa tutte le davanzale e le frontone in C.A.
Definizione (Normal)		
Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato.		Possibili cause
Descrizione		Dilavamento diretto delle superficie. Mancanza di scossalina adeguata.
Visibile presenza di sostanze organiche di colore verde e nero.		Errori progettuali e/o di esecuzione
Anomalie correlate		Mancanza di protezioni, assenza di manutenzione, mancanza di gronde/scossaline adeguate, mancanza di manutenzione.
Alterazione cromatica.		
Materiali interessati		Indagini supplementari
C.A.		Identificazione dell'agente biologico per isolamento in coltura, o con osservazione al microscopio ottico. Conoscere l'agente biologico permette di trattarlo efficacemente.
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

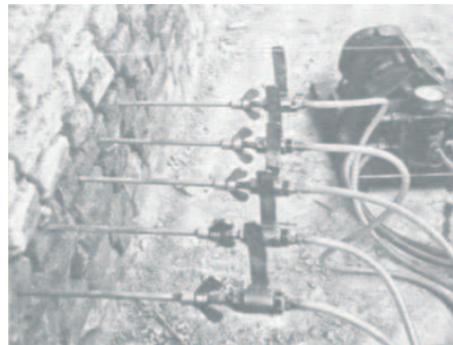
SRD.25	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. PV.01
	Elemento tecnico: Davanzale e frontone in C.A.	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		 <pre> graph TD A[Presenza di vegetazione] --> B[Ambiente reso favorevole alla penetrazione di radici] A --> C[Presenza di discontinuità] A --> D[Presenza di umidità nella muratura] B --> E[Espansione delle fessure con la crescita di radici] C --> E D --> F[Presenza di gronde forate] F --> G[No manutenzione di base] E --> H[Muratura guasta sigillanti scomparsi, fessure] </pre>
Patologia		Diffusione
Presenza di vegetazione		La patologia interessa l'intera facciata Nord ed Ovest.
Definizione (Normal)		
Presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei.		Possibili cause
Descrizione		Presenza di ambiente favorevole alla crescita di piante. Presenza di elementi su cui la vegetazione può crescere (ad esempio pluviali).
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
		Mancanza di manutenzione e abbandono dell'edificio.
Materiali interessati		Indagini supplementari
Mattoni pieni.		
Stato di avanzamento		
In atto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord, Ovest		

SRD.26	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	Rif. RV.06
	Elemento tecnico: Diverse	
Rilievo fotografico		Albero degli errori
		
Patologia		Diffusione
Rapezzo visibile		La patologia si trova dove i mattoni sono caduti o dove erano aggiunti degli elementi provvisori.
Definizione (Normal)		
Aggiunto di elementi diversi per consolidare dei elementi indeboliti.		Possibili cause
Descrizione		Disgregazione di parte dell'edificio che necessitano uno rafforzamento.
Aggiunto di calcestruzzo su alcune parti di muro.		
Anomalie correlate		Errori progettuali e/o di esecuzione
Formazione di fessurazioni.		Mancanza di manutenzione.
Materiali interessati		
Mattoni pieni.		Indagini supplementari
Stato di avanzamento		
Già avvenuto		
Orientamento		Richiamo intervento
Nord		

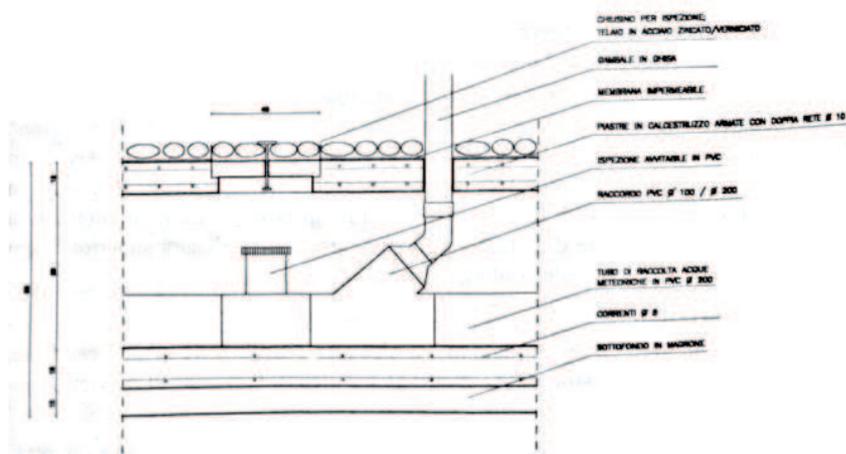
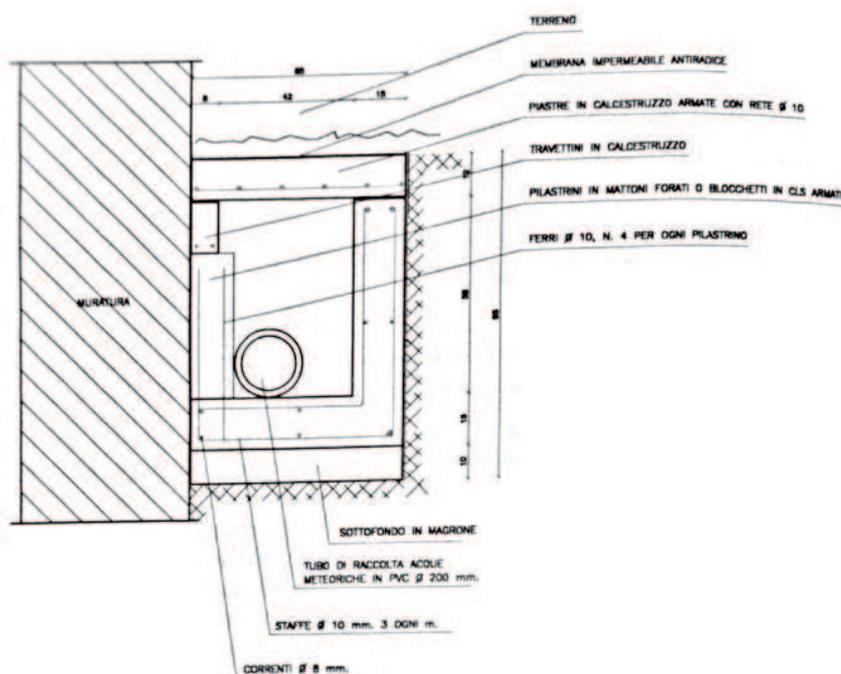
STI.01	Scheda tecnica degli interventi: Disgregazione della malta
Cause e patologie di degrado	
Degradazione dei letti di malta a causa del dilavamento, della cristallizzazione dei sali solubili, dei cicli di gelo disgelo.	
Localizzazione dell'intervento	
L'intervento interessa puntualmente la parete di chiusura verticale, soprattutto sulla facciata ovest.	
Tecniche d'intervento	
Pulitura manuale e consolidamento	
Descrizione dell'intervento	
<p>La prima fase dell'intervento consiste nell'eliminare, senza recare danni al materiale sottostante o vicino, le sostanze estranee che si sono depositate sullo strato di rivestimento, per facilitare l'adesione di materiali da applicare durante i successivi trattamenti. Come le superficie da pulire sono localizzate, sarà adeguato attrezzi manuali come raschietti, piccole spazzole, bisturi o scope di saggina.</p> <p>Nel secondo tempo, si opererà la ristilatura. Si fa in più stati per garantire l'aggrappo al supporto e il contenimento del ritiro idraulico (riduzione delle microfessurazioni).</p>	
Fasi lavorative	
<ul style="list-style-type: none"> - Ritiro dei giunti deteriorati usando un martello, uno scalpello a lama larga e un rapino di legno per rimuovere la malta, cercando di intaccare il meno possibile i mattoni, - Pulitura delle eventuali incrostazioni o tratti di muschio e licheni che si fossero annidati in corrispondenza dei giunti deteriorati, spazzolandoli con cura, - Stuccatura delle fessurazioni profonde con stucco a base di legante idraulico additivato con resine epossidiche, - Abbondante bagnatura con acqua deionizzata, - Stilatura dei giunti di malta tramite primo arriccio in malta di calce esente da sali solubili e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1:2). L'arriccio sarà da effettuare utilizzando piccole spatole evitando con cura di intaccare le superfici non interessate, - Ristilatura di finitura effettuata con grassello di calce e sabbia ticino eventualmente additivati con sabbie di granulometrie superiori, cocchiopesto, polveri di marmo (rapporto legante inerte 1:3). La ristilatura avverrà sempre in leggero sottoquadro, - Finitura di regolarizzazione tramite spugne o profilati a U. 	
Riferimenti - Immagine - Schema esplicativo	
	
<p style="text-align: center;">Come è stato fatto: Come è: Come si può rifare:</p> 	
<small>Il Manuale del mattone faccia a vista, Giorgio Federico Brambilla, Edizioni Laterservice</small>	

STI.02	Scheda tecnica degli interventi: Risalita capillare
Cause e patologie di degrado	
Umidità di risalita capillare. L'edificio non ha nessun cammino perimetrale; le acque disperse hanno quindi modo di essere facilmente assorbite per capillarità dalle murature.	
Localizzazione dell'intervento	
L'intervento interessa la parte inferiore del muro perimetrale in mattoni pieni.	
Tecniche d'intervento	
1) Realizzazione di una intercapedine aerata esterna; 2) Sbarramento chimico orizzontale	
Descrizione dell'intervento	
<p>L'intervento comprende due parti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La realizzazione di una intercapedine perimetrale mira ad ridurre la causa determinante di un'umidità capillare : la presenza di acqua nel terreno. Consiste nella costruzione, lungo il perimetro delle pareti difettose, di un muro contro terra in cemento armato posto ad una distanza di almeno 50cm da quello originario. Il manufatto deve essere opportunamente impermeabilizzato e aerato. Un sistema di drenaggio raccolta l'acqua piovana che si infiltra all'interno. - La creazione di uno sbarramento orizzontale alla base della muratura stessa per completare l'intervento. Si intende creare una barriera chimica impermeabile iniettando, a bassa pressione, dei formulati a base di resine siliconiche, epossidiche o silaniche. L'uso della pressione facilita l'espulsione dai pori già saturi dell'acqua in essi contenuta, agevolando così la penetrazione del formulato. 	
Fasi lavorative	
<p>Fase 1: Sbarramento chimico orizzontale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apertura di piccoli fori, eseguiti direttamente nel mattone, del diametro di 10 mm distanziati di 10-15 cm, utilizzando utensili a rotopercolazione. La quota di iniezione sarà a circa 15 cm dal piano di calpestio, - Fissaggio degli ugelli connessi a una pompa tramite tubi flessibili, - Iniezione del fluido a una pressione di circa 7 atmosfere, - Ripetizione delle operazioni di perforazioni-iniezioni sempre più in fondo nella muratura fino a saturazione. <p>Fase 2: Intercapedine aerata esterna</p> <ul style="list-style-type: none"> - Scavo a mano di circa 80 cm di altezza su tutte le parte problematiche del muro perimetrale, - Realizzazione di un sottofondo in magrone, una platea di fondazione e un muretto di controripa in calcestruzzo leggermente armato dello spessore di 12 cm, <p>Precauzione: Sarà opportuna creare un minimo di aerazione tra l'intercapedine e l'esterno; saranno anche da prevedere idonei chiusini di ispezione.</p>	

Riferimenti - Immagine - Schema esplicativo



Iniezioni a pressione di formulati chimici idrofobizzanti



Sezioni longitudinale e trasversale dell'intercapedine esterna

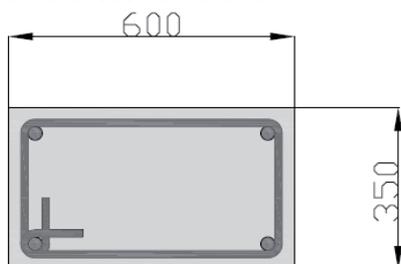
Capitolato speciale di appalto per opere di conservazione e restauro, Christian Campanella, Edizioni Il Sole 24 ore

STI.03	Scheda tecnica degli interventi: Distacco dei copriferri
Cause e patologie di degrado	
Distacco dei copriferri dei pilastri interni causato dalla corrosione dell'armatura, quella dovuta alla carbonatazione del calcestruzzo e in aggiunta con l'azione dell'acqua penetrata in maggior parte da risalita.	
Localizzazione dell'intervento	
L'intervento interessa puntualmente le parti distaccate dei copriferri dei pilastri prefabbricati.	
Tecniche d'intervento	
La procedura di intervento prevede operazioni di pulitura e bonifica, di consolidamento e protezione.	
Descrizione dell'intervento	
<p><i>Pulitura e bonifica</i> - Innanzitutto, si procede all'eliminazione del calcestruzzo carbonato fino a quando la fenoltaleina non assumerà su tutto il calcestruzzo da trattare colorazione violacea (indicativo di calcestruzzo non carbonato). I ferri di armatura arrugginiti vanno completamente messi a nudo e liberati dalla ruggine con sabbiatura, per poi essere trattati con protezione anticorrosiva. Si dovranno eliminare tracce di sporco, particelle incoerenti e decoese, tutte le parti carbonatate e ammalorate, nonché esente da efflorescenze e prodotti distaccanti (come olio disarmante), per ottenere una superficie che presenta le caratteristiche idonee di aggrappo e rugosità per l'adesione delle malte. Esso si può dunque pulire con una idropulitrice ad alta pressione.</p> <p><i>Consolidamento</i> - Se la struttura non è più abbastanza portante, si applica una armatura metallica di supporto. Il calcestruzzo del copriferro rimosso sarà sostituito con malta monocomponente alcalina (che consente la ripassivazione delle armature) con modulo elastico simile al calcestruzzo, a ritiro controllato, a base di polimeri sintetici e micro-silice. La malta verrà applicata a spatola o a cazzuola previa abbondante bagnatura dei sottofondi per evitare che assorbano parte del liquido di impasto. A getto ultimato sarà mantenuta umida l'applicazione per almeno 24 ore, avvenuta la stagionatura umida, sarà sempre opportuno applicare un antievaporante. A completa presa della malta da riparazione verrà applicata la malta di finitura a base acrilica, monocomponente, contenente cemento con aggregati selezionati e polimeri sintetici. Le malte utilizzate dovranno essere esenti da inerti quale gesso e silice reattiva, possedere buona tixotropia, elevata lavorabilità, assenza di ritiro.</p> <p><i>Protezione</i> - La superficie esterna dovrà essere infine protetta con una rasatura di malta di finitura per calcestruzzo, con una pittura o con una vernice. Il rivestimento protettivo deve comunque garantire un'adeguata idrorepellenza e la barriera all'anidride carbonica. Si dovranno pertanto utilizzare additivi quali polimeri acrilici e miscele di copolimeri in etilene e xilene previa impregnazione con silani: tali trattamenti sono in grado di conferire al calcestruzzo buona protezione e idrorepellenza. I pilastri devono essere impermeabilizzati che sono in contatto con il terreno.</p>	
Fasi lavorative	
<ul style="list-style-type: none"> - Rimozione di tutto il calcestruzzo carbonato, - Verifica che tutto il calcestruzzo nell'elemento su cui intervenire sia non carbonato tramite l'utilizzo della fenoltaleina, - Rimozione dell'eventuale calcestruzzo residuo carbonato, - Messa a nudo dei ferri d'armatura e pulizia dei ferri corrosi con sabbiatura, - Trattamento dei ferri d'armatura con protezione anticorrosiva, - Trattamento del supporto con ponte di aderenza per il CLS (2-3 mani, 20 minuti fra una e l'altra), - Preparazione impasto cementizio nella macchina intonacatrice, 	

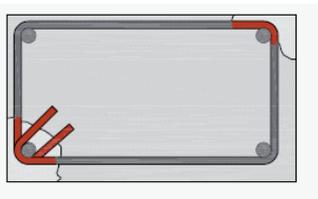
- Applicazione a spruzzo della malta di riparazione sul ponte di aderenza “fresco su fresco”,
- Applicazione della malta di finitura con un frattazzo,
- Applicazione trattamento protettivo incolore e impermeabilizzante,
- Finitura di regolarizzazione tramite spugne o profilati ad U.

Riferimenti - Immagine - Schema esplicativo

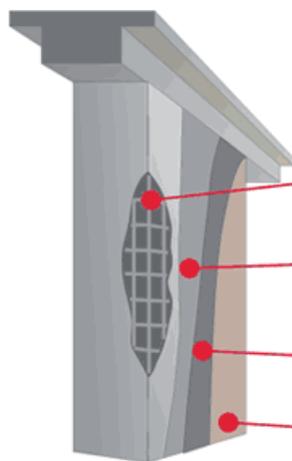
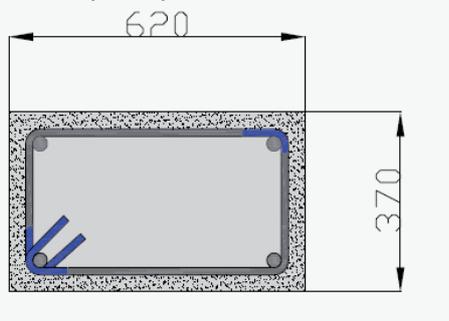
Come doveva essere fatto:



Come è:



Come si può riparare:



ARMOSTEEL
trattamento dei ferri
d'armatura

ARMOCRETE
malte anti-ritiro
fibrorinforzate

ARMOFIN 2
rasatura fibrorinforzata

ARMOCOLOR
finitura anticarbonatante

Maxfor, www.maxfor.com



Eliminare le parti non aderenti



Liberare i ferri corrosi



Togliere la ruggine con sabbiatura o altri attrezzi appropriati



Protezione dell'armatura



Ponte di aderenza



Riempimento



Stabilitura

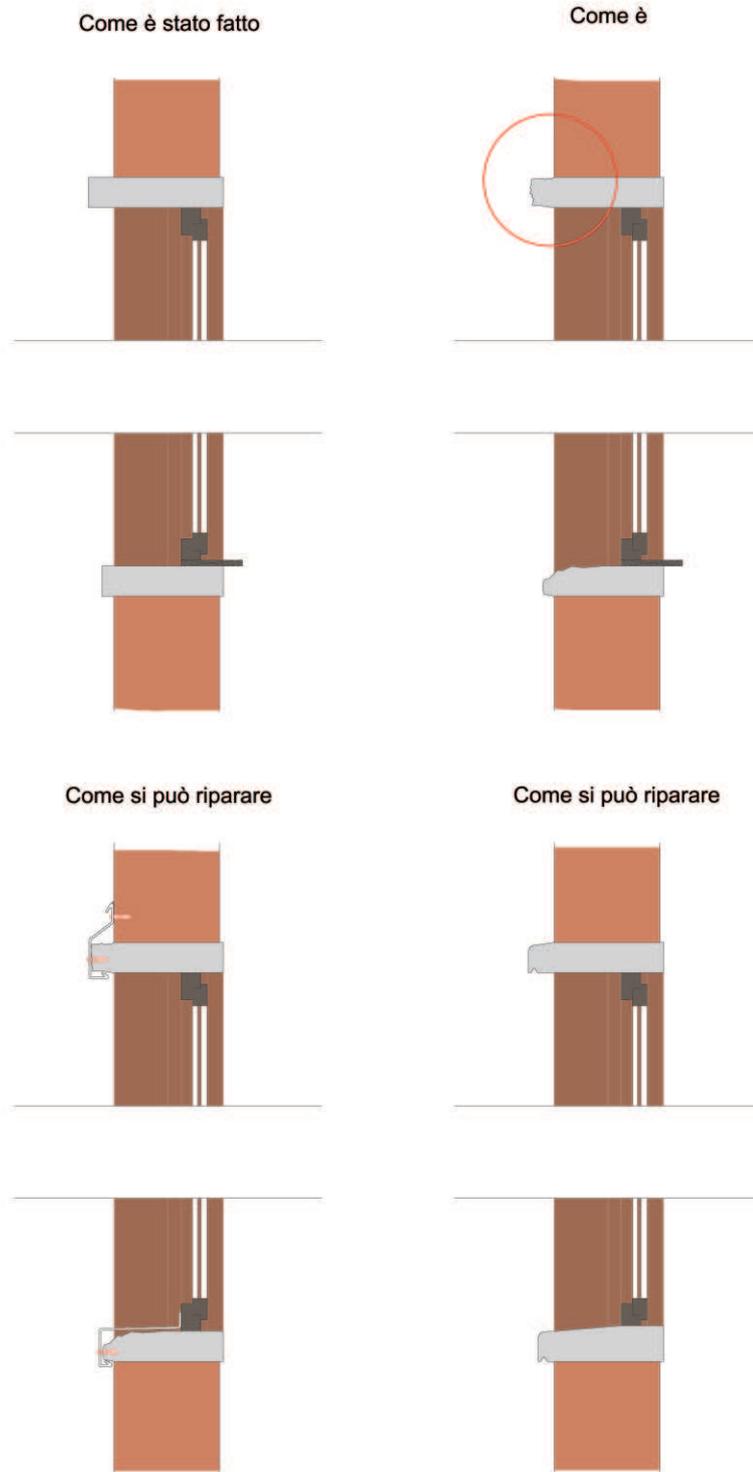


Pittura di protezione

N.T.A. srl (Nuove Tecnologie Ambiente),
www.ntanet.it

STI.04	Scheda tecnica degli interventi: Disgregazione e alveolizzazione dei davanzali
Cause e patologie di degrado	
Disgregazione e alveolizzazione dei davanzali e architrave dovute allo sgrondo dell' acqua piovana di dilavamento della parete soprastante.	
Localizzazione dell'intervento	
L'intervento interessa tutte le finestre dell'edificio.	
Tecniche d'intervento	
Due opzioni: ricostruzione volumetrica o aggiunto degli imbotti.	
Descrizione dell'intervento	
<p>Lo scopo dell'intervento è doppio. Deve insieme ridare ai elementi in calcestruzzo la loro forma iniziale e risolvere il difetto di concezione per fare in modo che l'acqua non ristagni più sulle loro superficie.</p> <p>Qualora i degradi siano leggeri, si può pulire l'elemento e ricostruire le mancanze localizzate utilizzando malte cementizie. Questa operazione si giustifica per spessori da 10-15 mm fino a 60-70 mm. La forma del davanzale o la cornice stessa deve essere modificata in modo tale di scaricare le acque piovane, creando una pendenza sulla faccia superiore e dei gocciolatoi sulla faccia inferiore.</p> <p>La metodologia descritta sopra dipende dalla manualità dell'operatore. L'intervento richiede precisione e quindi un tempo di realizzazione importante. Se il numero di elementi danneggiati si rivela grande, sarà opportuno utilizzare un altro metodo più sistematico e scegliere la messa in opera di uno imbotte in lamiera sagomata che rivesta le davanzale e le architrave.</p>	
Fasi lavorative	
<ul style="list-style-type: none"> - Rimozione dell'infisso esistente <p><i>Ricostruzione volumetrica:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pulitura degli eventuali incrostazioni o tatti di muschio e licheni spazzolandoli con cura, - Ritiro delle zone deteriorate usando un martello, - Taglio di tracce per garantire l'aggrappo di materiali da applicare durante i successivi trattamenti, - Ripristino del cls degradato con applicazione a cazzuola di malte cementizie, - Finitura superficiale mediante l'applicazione di un ulteriore strato di malta con granulometria degli inerti più fine. <p><i>Aggiunto degli imbotti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Foratura di buchi e sigillatura dei tasselli di fissazione, - Messa in opera della lamiera, - Realizzazione della guarnizione. <ul style="list-style-type: none"> - Messa in opera di un nuovo infisso 	

Riferimenti - Immagine - Schema esplicativo



STI.05	Scheda tecnica degli interventi: Efflorescenza
--------	--

Cause e patologie di degrado

Presenza di efflorescenze saline di colore bianco sulla parete di mattoni in cotto.

Localizzazione dell'intervento

L'intervento interessa tutte le zone soggette a una forte umidità, in particolare dove s'incontra la presenza di risalita capillare.

Tecniche d'intervento

Pulitura ad acqua, consolidamento e protezione.

Descrizione dell'intervento

L'intervento proposto consiste in una pulitura eseguita di un trattamento chimico di protezione. Non affronta la causa primaria delle efflorescenze: i problemi di impermeabilizzazione e di protezione contro l'acqua piovana vengono risolti in schede specifiche.

Il muro di mattoni essendo piuttosto robusto, la pulitura può essere realizzata tramite uno spruzzo d'acqua ad bassa pressione (tra le 8 e le 10 atmosfere). L'acqua erogata può essere leggermente riscaldata e addizionata con piccole percentuali di tensioattivo, per aumentare la bagnabilità e la capacità emolliente dello spruzzo, ma in tal caso deve essere eseguito il risciacquo dell'intonaco.

Quando le murature sono perfettamente asciutte, si opererà un trattamento consolidante tramite applicazione ad airless di estere etilico dell'acido silicico. La quantità di prodotto da utilizzarsi è stimabile in 500-600g/mq per le murature in cotto. Si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campione per stimare la quantità esatta di prodotto da utilizzarsi.

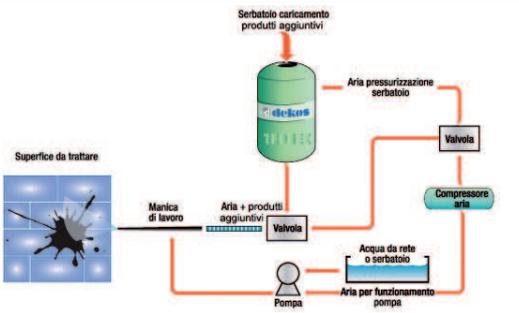
A trattamento consolidante ultimato e su superficie perfettamente asciutta sarà opportuno procedere a un intervento di protezione finale mediante utilizzo di adatti prodotti idrorepellenti in solventi organici da applicarsi a spruzzo sino ad assorbimento sulla superficie interessata. Saranno da utilizzarsi prodotti a base silanica o silconica da applicarsi nella quantità di circa 500g/mq. L'applicazione sarà da effettuare in giornate non piovose su superficie fredda e non assolata.

Fasi lavorative

- Pulitura con acqua sotto a bassa pressione,
- Leggero bruschinaggio con spazzole morbide di saggina al fine di rimuovere croste persistenti,
- Eventuale impiego di argille assorbenti in caso di croste precedentemente non rimosse,
- Applicazione ad airless di estere etilico dell'acido silicico (prodotto di consolidamento),
- Applicazione a spruzzo del prodotto idrorepellente. La pressione di spruzzo e il diametro dell'ugello devono essere scelte in modo che non si abbia nebulizzazione dell'agente impregnante,
- Iterazione due o tre volte sino a rifiuto.

Riferimenti - Immagine - Schema esplicativo





Capitolo 4

Un concorso per un ex-edificio industriale

Dalla disindustrializzazione della fine del XX secolo è nato il tema del riuso delle aree industriali dismesse. Il processo di riconversione presenta delle dimensioni diverse, le maggiori sono il patrimonio, l'urbanistica, l'architettura e la politica di sviluppo sostenibile. Il processo partecipativo organizzato dalla municipalità di Modena ne dà una risposta concreta, inserendo il concorso e quindi la progettazione architettonica e urbanistica in una logica sociale ed egualitaria.

4.1 Il tema del riuso delle aree industriali dismesse

Fregio storico e teoria del recupero industriale

4.2 Casi di studio

Esempi europei, italiani e della provincia di Modena

4.3 Il processo partecipativo

Nascità del concorso dalla consulenza dei cittadini

4.4 Il concorso

Descrizione del concorso e delle sue modalità

4.1 Il tema del riuso delle aree industriali dismesse

Il riuso delle aree industriali dismesse è il tema principale di sviluppo del nostro studio. E' in rapporto importante con il tema dell'archeologia industriale; ma "Da quando esiste questo concetto?", "Quali sono la sua definizione precisa e le sue caratteristiche?", "Come e per quali motivi attivare il riuso di queste aree dismesse?"

La coscienza del valore degli edifici industriali è nata in Gran Bretagna durante la rivoluzione industriale. Infatti, è nella Manchester del 1950 che si può trovare il primo concetto di "archeologia industriale", come reazione davanti agli edifici che erano sopravvissuti alla guerra e ai cambiamenti delle tecniche di produzione. Però alla differenza dell'archeologia "classica", non c'erano molti documenti di riferimento per lo studio degli edifici industriali, l'archeologia industriale della prima età era un'archeologia sperimentale. In quell'epoca, la memoria era molto recente. Si voleva conservare il ricordo di luoghi che avevano fatto parte del quotidiano di molti cittadini e in questo, le emozioni e le associazioni dei cittadini stessi hanno avuto un ruolo primordiale. In questo periodo, con il termine archeologia industriale, si fa riferimento a una sensibilità sociale, al dovere di memoria e di interpretazione di una società più che a una ricerca estetica o specialistica o al desiderio di preservare monumenti classici.

L'inizio dell'archeologia industriale (anni 1950)

Negli anni 1970, il movimento di terziarizzazione e di migrazione della produzione industriale sta aumentando in tutta l'Europa, come il fervore di conservazione dell'industria dismessa. L'archeologia industriale comincia a organizzarsi su scala continentale. L'idea di "patrimonio industriale" emerge e si definisce. Così nel 1978, il TICCIH (The International Comitee for the Conservation of the Industrial Heritage) si riunisce a Stoccolma, come primo quadro di riflessione. Il Comitato dà all'archeologia industriale una dimensione più profonda di una semplice memoria sociale: "La società moderna può, attraverso lo studio del suo patrimonio industriale, giungere alla comprensione più profonda delle sue origini immediate così come un gran numero dei problemi sociali e industriali attuali." S'instaura lentamente anche una presa di coscienza del fatto che gli attori della conservazione sono diversi e che l'università non è adatta a questa molteplicità. Non è facile far coabitare campi tanto diversi come l'economia, l'ingegneria, l'architettura, l'archeologia, la metallurgia, le arti e l'artigianato industriale. Gli obiettivi principali dell'archeologia industriale che vengono esposti sono :

Il primo quadro di riflessione internazionale sull'archeologia industriale (1978)

- un riavvicinamento tra i differenti campi utili all'archeologia
- il bisogno di una legittimità universitaria con precisi obiettivi pedagogici
- la definizione d'idee per la selezione, la protezione e manutenzione degli edifici industriali oltre che di vincoli con l'amministrazione locale e il settore privato.

Il Lingotto: il patrimonio come motivo di recupero

Nasce poi l'idea di riutilizzare le aree industriali dismesse per mantenere la memoria di quei luoghi. Ne è un esempio famoso il concorso per il riuso dell'ex-fabbrica della Fiat a Torino (Lingotto), che fu pubblicato nel 1983 e vinto da Renzo Piano. Inizia così il concetto di riuso con cambio di destinazione dell'edificio abbandonato rispetto a quella d'origine: il Lingotto emblema dell'industrializzazione diventa simbolo del settore terziario avanzato.

Nascita del riuso e progetto di rete Europea sull'archeologia industriale (1997)

Il riuso del patrimonio industriale si sviluppava man mano però senza una vera linea direttrice. È su questa mancanza di coerenza che il Consiglio d'Europa ha lavorato durante i venti anni seguenti il convegno di Stoccolma del 1978, per trovare un vero senso socio-culturale al patrimonio industriale. Fu il tema dell'itinerario culturale europeo "Archeologia industriale" organizzato nel 1997 al Centro Internazionale Città d'Acqua di Venezia, in collaborazione con Eurocultures, Osservatorio Europeo per lo Sviluppo Socio-culturale della Città. Come risposta al Consiglio di Europa, si propone allora la creazione di una Rete Europea sull'Archeologia Industriale. Gli obiettivi di quell'istanza sono una sorta di soluzione pratica ai problemi sopracitati. Gli obiettivi principali del riuso secondo Dan Bernfeld¹ sono:

- "creazione di una logica interdisciplinare che contribuisca ad azioni diversificate quali esposizioni e manifestazioni culturali pubbliche (concerti, conferenze, rappresentazioni teatrali, riunioni di movimenti associativi)"
- "salvaguardia di un importante patrimonio architettonico, testimonianza di un'attività industriale, economica, culturale e di scambio" con "una metodologia comune d'azione al livello europeo"
- "sviluppo di sinergie capaci di contribuire allo sviluppo di strategie urbane" per migliorare l'ambiente urbano e "creazione di condizione d'accessibilità" per i giovani e studenti con l'organizzazione di collaborazioni

L'Italia e l'archeologia industriale oggi

Nel suo articolo² del 2008, Giovanni Luigi Fontana analizza questi obiettivi per il caso dell'Italia: "V'è dunque necessità di un lavoro scientifico più sistematico, metodico, alla base di una protezione ragionata, selettiva. Lavoro che alla scala nazionale è ancora da fare". Però alcuni buoni segni mostrano che l'Italia s'implica nel dibattito della conservazione del patrimonio industriale. Per esempio, da una risposta diretta al problema universitario enunciato dal TICCIH in Stoccolma, ma quasi assente dell'itinerario di Venezia: proprio nel Veneto è stata creata una formazione universitaria di "Master in Conservazione, gestione e valorizzazione del patrimonio industriale, iniziata dalla AIPAI (Associazione Italiana per il Patrimonio Archeologico Industriale) all'università di Padova, in accordo principalmente con le università di Venezia e Torino. Quella formazione è un'occasione straordinaria di sperimentare una formazione di tipo disciplinare ampio e internazionale.

La tendenza alla terziarizzazione e alla delocalizzazione di oggi fa pensare che la problematica dell'archeologia industriale evolverà ancora e ci saranno sempre più edifici da gestire. La politica degli ultimi decenni era l'inizio del riuso delle aree industriali dismesse. Ma quali sono le ragioni che incitano a riabilitare questi edifici piuttosto che a lasciarli nel loro stato attuale provvedendo solo alla manutenzione?

Perché riusare?

Le sfide e quindi gli interessi del riuso delle aree industriali dismesse si possono classificare secondo quattro criteri: il patrimonio, l'urbanistica, l'architettura e la politica. Il motivo patrimoniale è stato già ben sviluppato nella descrizione storica del tema dell'archeologia industriale fatta prima. Si può riassumere affermando che il riuso industriale non è soltanto visivo, ma ha una dimensione socio-culturale, di storia della tecnica e dell'economia. Dalle sue caratteristiche specifiche si può dire che il ruolo patrimoniale del riuso industriale è di lasciare una traccia nel sapere dell'umanità e di tenere l'identità del luogo nel cuore della città.

Il motivo patrimoniale

Questo vincolo del patrimonio con la città non è l'unico motivo urbanistico per riusare le aree industriali dismesse. Ma l'obiettivo del riuso è chiaramente di valorizzare il fabbricato dandoli "un futuro concreto, reinserendoli nel ciclo vitale della città", come afferma Franco Mancuso³. Un vantaggio maggiore di questo riuso di edifici della prima rivoluzione industriale è la posizione strategica del fabbricato nel tessuto urbano, il quale si è sviluppato intorno alle fabbriche di ieri. La fabbrica si trova quindi tra il centro storico e la periferia contemporanea, lì dove cittadini e visitatori incrociano le reti di trasporto create contemporaneamente alla fabbrica in disuso. Il "futuro concreto" dato al fabbricato presenta tre aspetti urbanistici maggiori :

Il motivo urbanistico

- l'incremento dei livelli occupazionali
- la riappropriazione di zone già emarginate o del tutto inaccessibili usando una continuità fisica con la città (percorsi, spazi pubblici, piazze, giardini)
- il miglioramento del tessuto socio-economico o, potenzialmente, la creazione di una nuova vocazione per la città, come quella della musica per Torino, con il Lingotto di R. Piano.

Ma le aree industriali in disuso, oltre al ruolo urbanistico dato dalla loro ubicazione, costituiscono un importante patrimonio architettonico. In primo luogo, per la tipologia edilizia, poichè la maggior parte di questi edifici sono di grandi dimensioni e estremamente solidi. Infatti, benchè spesso fossero costruiti di fretta, dovevano poter sostenere un peso molto importante. Sempre secondo Franco Mancuso, grazie a una pianta semplice e alla struttura massiccia e regolare, gli edifici recuperati "appaiono sorprendentemente flessibili, adattabili, prestandosi ad accogliere una gamma amplissima di funzioni

Il motivo architettonico

diverse". L'intervento architettonico deve porsi come obiettivo principale quello di preservare il dialogo con l'esistente. In questo determinante sarà la creatività architettonica. Come le opere create dallo scultore francese Marcel Duchamp, il quale a partire da oggetti esistenti inventava oggetti con una funzione e una logica a se, così il recupero di una fabbrica in disuso necessita di grande creatività artistica. Ma rispettare l'esistente per creare un nuovo oggetto, prodotto del vecchio e del nuovo, significa anche un grande lavoro di conoscenza. Conoscenza della tecnologia prima di tutto, per ottenere un intervento che funzioni strutturalmente ed esteticamente. Ma anche conoscenza della filosofia dell'architetto (o generalmente del costruttore) iniziale: l'obiettivo è di dialogare non solo con l'edificio, ma anche con l'architetto delle origini dell'edificio. Alla fine, questo dialogo intenso con il passato fa la forza architettonica della nuova opera e dà un significato all'edificio più profondo rispetto a una costruzione "ex-novo".

Il motivo politico di sviluppo sostenibile

Per terminare sul tema dell'archeologia industriale, che in cinquant'anni è passata da una fase di definizione a una fase di azione con il riuso crescente delle aree industriali dismesse, si può giustificare il processo con un motivo politico. Questo motivo politico sarebbe un riassunto dei vantaggi del recupero industriale a uso dei decisori, sia pubblici sia privati, per giustificare la scelta del riuso piuttosto che la costruzione "ex-novo" sulle aree dismesse. Oltre a permettere una coesione più importante della città rispetto al suo passato e alla sua organizzazione socio-culturale, è un progetto potenzialmente più vantaggioso rispetto ad altri per vari motivi: la qualità e l'originalità architettonica, il simbolo portato dall'edificio, la rapidità d'intervento così come il costo spesso più basso. È importante sottolineare che questa scelta è quella dello sviluppo sostenibile. Infatti anche se inizialmente il costo di una riabilitazione può sembrare un po' più alto rispetto alla costruzione di un edificio "ex-novo", alla fine in termini di costo globale, un edificio riciclato (riuso) e riciclabile (flessibilità) si dimostra più conveniente perché limita le distruzioni e le nuove costruzioni. Inoltre un decisore che opta per il riuso non mostra solo il suo interesse per lo sviluppo sostenibile "ambientale" o "economico", ma anche per quello "sociale": nel processo di riuso, la sinergia tra i cittadini, gli attori pubblici e quelli privati è una prova di mente aperta, qualificativo che non si sente tanto nel mondo politico.

4.2 Casi di studio

I casi studiati come riferimenti del recupero di aree industriali dismesse dimostrano che il tema è molto attuale, mondiale e di grande scala, come quello della riconversione della Ruhr. Il fenomeno è molto esteso in Europa e l'esempio del famoso recupero del Lingotto a Torino mostra che l'Italia è implicata da molti anni. La tipologia dell'edificio delle ex-Fonderie Riunite si può vedere spesso nei progetti europei, il che può dare delle basi concettuali al nostro progetto. Uno di questi edifici, lo Zuccherificio di Mirandola, è situato nella provincia di Modena, ed ha per noi una particolare importanza.

La riconversione della Ruhr: un esempio di patrimonio come forza culturale ed economica

La rivoluzione industriale del XIX secolo fu il motore dello sviluppo della Ruhr, regione tedesca con importanti risorse di carbone: verso il 1850, 300 miniere di carbone venivano sfruttate. Il distretto minerario e siderurgico è oggi il quarto centro urbano europeo, con 5,3 milioni di abitanti. A partire del 1960, a causa della diminuzione della domanda di carbone, le industrie minerarie si fermarono progressivamente. Questa evoluzione costrinse a una politica di ristrutturazione, per far fronte alla minaccia di crisi economica.

Storia della Ruhr

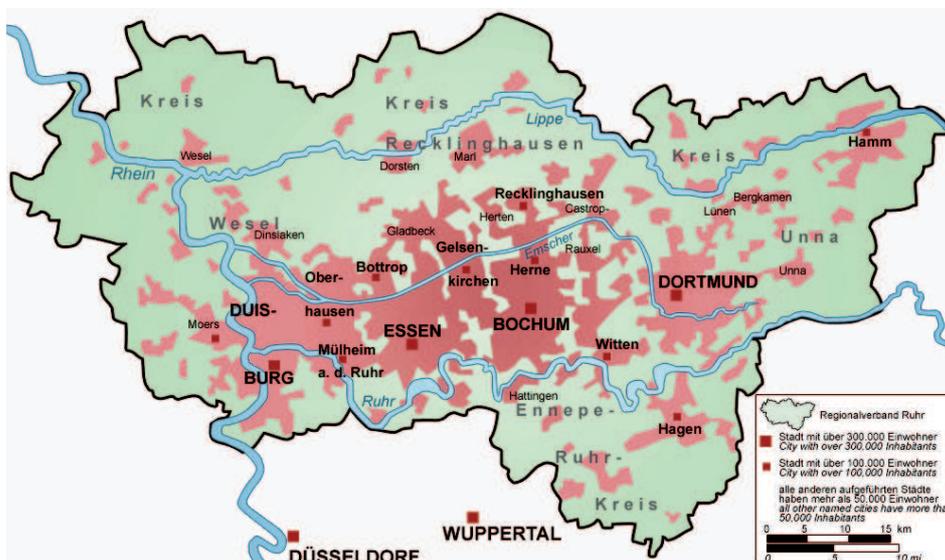


Figura 4.1 Pianta della Ruhr

Per il 2010, l'Unione Europea ha designato capitale europea della cultura la città di Essen e l'intera area metropolitana della Ruhr. Questa manifestazione internazionale può essere vista come simbolo attuale del processo di riuso delle aree dismesse su grande scala e a lungo termine. Nel passato, gli interventi furono attuati sia su scala urbana sia a livello dell'edificio stesso.

Essen, simbolo della riconversione

L'Emscher Park (tra Duisburg e Dortmund, esposizione internazionale di architettura tra 1989 e 1999) è un esempio di una riconversione urbanistica

L'Emscher Park, la prima riconversione

e architettura ambientale di rilevanza internazionale: inserisce un polmone verde, un collegamento urbano, tenendo molti punti di riferimento del passato industriale.

Figura 4.2 Emscher Park:
 1.paesaggio tipico
 2.nuova zona
 residenziale



Una riconversione di alta
 qualità architettonica

Dalla fine del 1990, i riusi di ex-edifici industriali a scopo culturale attirano grandi architetti del nostro tempo : Herzog & De Meuron, Koolhaas, Foster... Questi progetti di concorso internazionale fanno della Ruhr una regione ad alta qualità architettonica e di grande rilevanza sociale.

Patrimonio, urbanistica, architettura, e sviluppo sostenibile: le linee-guida di un buon riuso di area industriale dismessa sono trattate al loro parossismo in questi riconversioni notevolmente attuali. A Essen, i esempi sono sul sito della miniera XII di Zollverein, chiuso nel 1986. A Duisburg, sono nel porto.

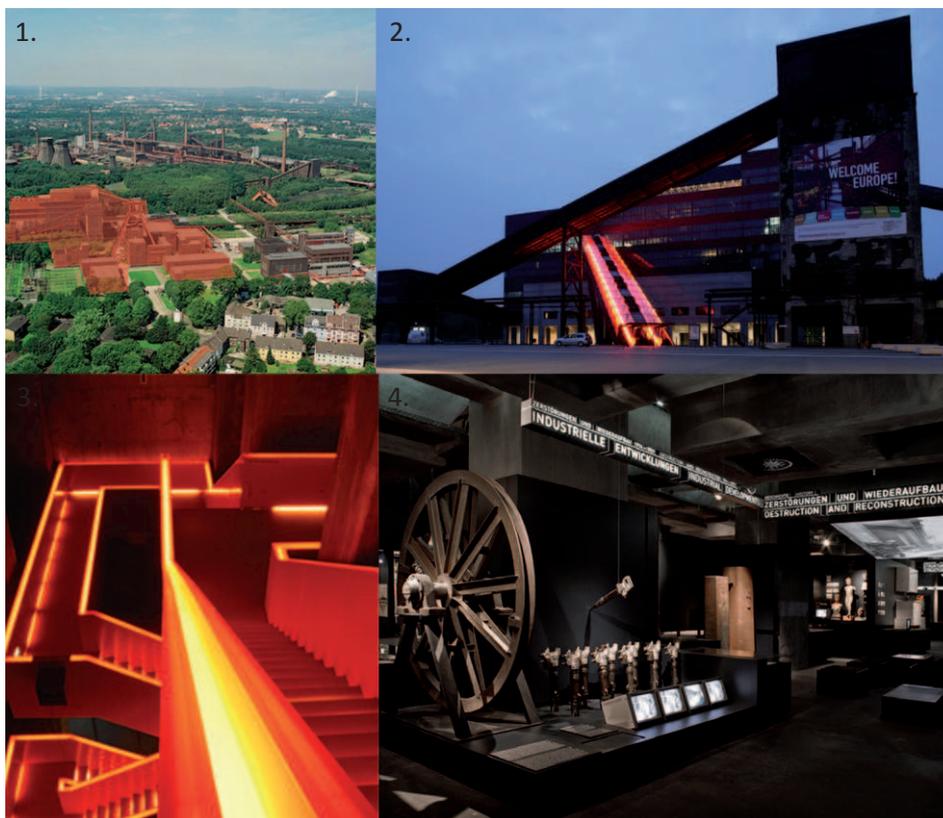


Figura 4.3 Ruhr Museum

Progetto	Ruhr Museum (Essen, 2008)
Progettista	Rem Koolhaas
Funzione originale	Pulizia del carbone
Descrizione	Museo della storia della Ruhr. Gli spazi giganti e spettacolari illustrano l'importanza dell'industria mineraria per la regione.
Fotografie	1.vista del complesso (museo in rosso) 2.facciata principale 3.vana scala 4.interno: una sala tematica

Figura 4.4 Red Dot Design Center



Progetto	Red Dot Design Center (Essen, 1997)
Progettista	Foster & Partners
Funzione originale	Bollitore
Descrizione	Il più grande museo mondiale di Design: più di mq 4.000 di esposizione presentano circa 1500 capolavori internazionali (vincitori di premi)
Fotografie	1.vista del complesso 2.facciata principale 3.4.interno



Figura 4.5 MKMuseum

Progetto	MKMuseum (Duisburg, 1997, 1999, 2010)
Progettista	Herzog & De Meuron
Funzione originale	Silo di granoturco
Descrizione	Museo di arte moderna. I due interventi iniziali su questa superstruttura in mattone alta sei piani erano fatti con grande finezza. Per la manifestazione di 2010, un “container” di vetro fu aggiunto sui sili.
Fotografie	1.render globale 2.facciata principale 3.interno

Una tipologia d'edificio industriale molto estesa in Europa: il riuso delle ex-fabbriche con un tetto "a shed"

La tipologia delle fabbriche "a shed"

La tipologia della fabbrica a shed, con una struttura regolare e un volume in tutta altezza è tipica delle manifatture della prima rivoluzione industriale. Spesso dismessi, quelli edifici fatti per durare e con stile offrono dei grandi volumi e molti open-space: sono una grande opportunità architettonica di riconversione. La loro localizzazione, tra il centro della città e la periferia è anche un vantaggio urbanistico sfruttato per inserire delle funzioni nuove e diverse. Alcuni esempi europei mostrano questa diversità, in una tipologia vicina da quello delle ex-Fonderie Riunite di Modena.

Figura 4.6 Centre historique minier



Progetto	Centre historique minier (Lewarde, Francia, 1984)
Progettista	Atelier Novembre
Funzione originale	Pozzo minerario (Delloye) dal 1911 fino al 1971
Funzione attuale	Museo storico dell'industria mineraria, con molte attrezzature d'epoca
Tipologia	- edificio: mq 7.000 - lotto: 8 ettari - visitatori: 150 000/anno
Fotografie	1.vista aerea 2.facciata principale 3.interno



Figura 4.7 Swindon Design Outlet

Progetto	Swindon Designer Outlet (Swindon, Regno Unito, 1997)
Progettista	Carillon (ex-Tarmac)
Funzione originale	Fabbrica di locomotrice a vapore della Great Western Railway (GWR) dal 1835 al 1986. Edificio tutelato.
Funzione attuale	Design outlet più grande d'Europa (105 negozi)
Tipologia	- superficie: mq 25.000 - visitatori: 3.000.000/anno
Fotografie	1.interno, prima dell'intervento 2.ristorante nella galleria commerciale 3.entrata nord vetrata 4.galleria commerciale

Figura 4.8 Cité Nature



Progetto	Cité Nature (Arras, Francia, 2005)
Progettista	Atelier Jean Nouvel
Funzione originale	Fabbrica di lampade di minore
Funzione attuale	Centro di cultura scientifica sulla natura, l'agricoltura, l'alimentazione e la salute.
Tipologia	- edifici: mq 9.000 - giardino: mq 15.000 - visitatori: 40.000/anno
Fotografie	1.vista d'aereo 2.interno, dal soppalco 3.vista dalla strada 4.facciata principale

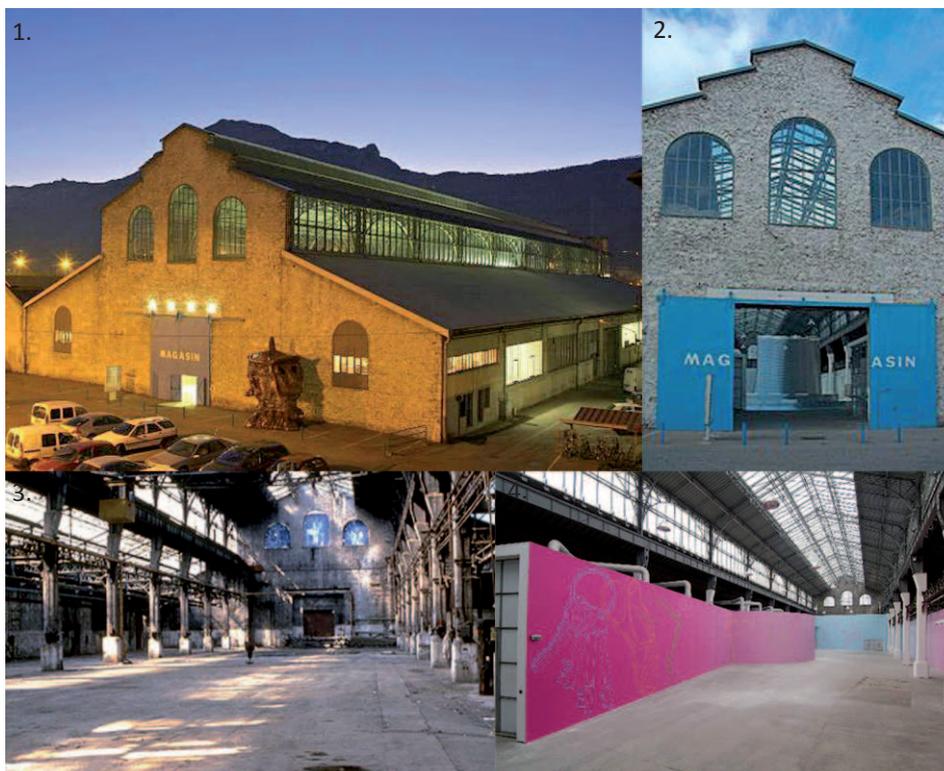


Figura 4.9 *Le Magasin*

Progetto	Le Magasin (Grenoble, Francia, 1985)
Progettista	Patrick Bouchain
Funzione originale	Costruito a Parigi da Gustave Eiffel, trasportata a Grenoble dalle industrie Bouchayer et Viallet (condotti)
Funzione attuale	Centro d'Arte Contemporaneo. Uno dei primi centri d'arte come recupero di un'area industriale dismessa. Solo esposizione temporanea e studio per artisti.
Tipologia	- edificio: mq 3.000 in un complesso industriale dismesso di mq 60.000 in progetto di riconversione - visitatori : numero sconosciuto
Fotografie	1.vista globale dell'esterno 2.entrata 3.interno, prima dell'intervento 4.interno oggi

Scheda di riferimento

IL LINGOTTO



Luogo	Torino
Progettista	Renzo Piano
Anno di apertura	1989
Funzione originale	Quartier generale della Fiat (dal 1916 al 1983)
Funzione attuale	Funzione diverse - centro esposizioni, facoltà di ingegneria dell' automobile, centro congressi, auditorium, cinema, due alberghi, negozi, bar, ristoranti ed alcuni uffici della Fiat
Tipologia	- sito: mq 250.000 - utenti : centro congressi 3500 posti, cinema 11 sale, auditorium 2100 posti, 380 camere di alberghi...

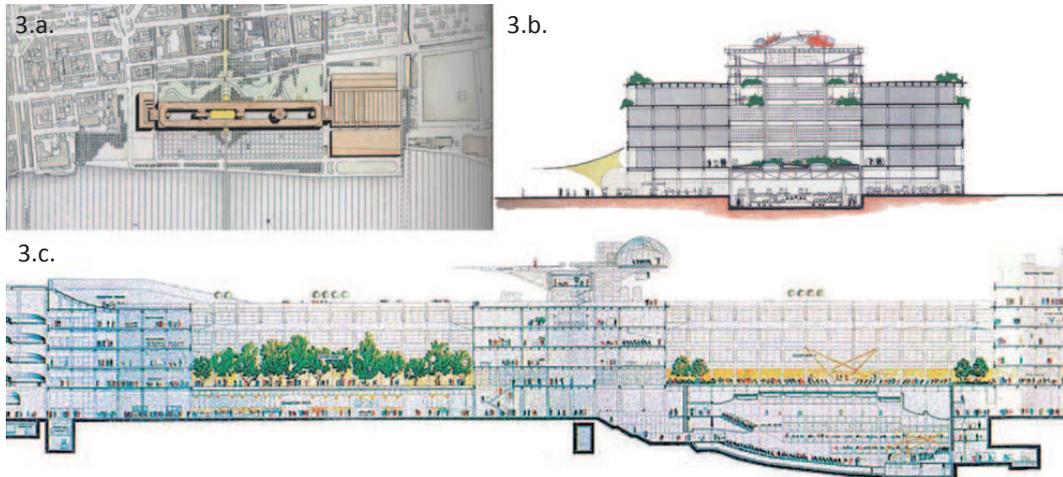
Descrizione

Il Lingotto era la fabbrica della Fiat. Fu costruita dal architetto Mattè Trucco nel 1916. In questo tempo, era la fabbrica più grande d'Europa. L'edificio, sviluppato su cinque piani, era concepito secondo il processo di produzione delle macchine : la material prima arrivava al piano terra, la catena di montaggio saliva nei piani e le macchine finite uscivano dal tetto, dove ci era una pista per il test. La fabbrica chiude in 1982. Poco dopo un concorso internazionale per il suo recupero è organizzato. Nel 1985, Renzo Piano ottiene l'incarico del progetto polifunzionale.

E' uno dei riusi di ex-edificio industriale più monumentali. La sua organizzazione in "città nel edificio" da l'esempio della potenzialità urbanistica che può entrare in un progetto architettonico di granda scala. Oltre le considerazioni architettoniche, il progetto ha una portata maggiore per la memoria di Torino e dell'Italia in generale. Conservando l'aspetto architettonico e monumentale dell'immensa struttura, Piano suddivide le sue funzioni tra terziario, abitazioni e ricettività alberghiera lasciando grande spazio alle funzioni culturali. La struttura è dominata da due corpi sospesi sui tetti dell'immenso edificio: la "bolla" e la Pinacoteca Gianni e Marella Agnelli. La "bolla" (accoppiata con un eliporto) è una sala riunioni sospesa e trasparente che, visibile per la sua posizione elevata anche da grande distanza, negli anni è divenuto un altro dei simboli del Lingotto.

*Citazioni : "Mi piacerebbe catturare un'atmosfera e, per farlo, fin dall'inizio il progetto è partito dal principio che erano necessarie tante funzioni diverse, perché quelle città di cui siamo eredi più o meno indegni, sono belle perché sono articolatissime, sono fatte di tante cose diverse che succedono tutte assieme: la gente che abita con la gente che lavora con la gente che studia, gli artigiani, col commercio, con la cultura, i servizi, il rumore... Questa è la città che sogno per il Lingotto e allora dentro al Lingotto ci sarà un pezzo di città."*¹

*"Uno dei più impressionanti spettacoli dell'industria"², "Una linea guida per la pianificazione della città."*²



Note

1. Renzo Piano, incontro con Enzo Siciliano, salone del libro di Torino 1992
2. Le Corbusier, dal progetto iniziale
- 3.a. Masterplan - b. sezione laterale - c. sezione longitudinale
- 4.a. Rampa di accesso al tetto - b. entrata dell'auditorium - C. facoltà d'ingegneria di automobile
- 5.a. pinacoteca Gianni e Marella Agnelli sul tetto - b. eliporto e sala riunioni "la Bolla" sul tetto

Scheda di riferimento

ZUCCHERIFICIO DI MIRANDOLA



Luogo	Mirandola (MO)
Progettista	Guido Canali
Anno di apertura	2010 (1° premio del concorso di 1999)
Funzione originale	Distilleria poi zuccherificio (dal 1936 al 1986)
Funzione attuale	Nuova sede di Aimag, gruppo di aziende di servizi (energetica, acqua, ambiente, tecnologia)
Tipologia	sito : mq. 35.000

Descrizione

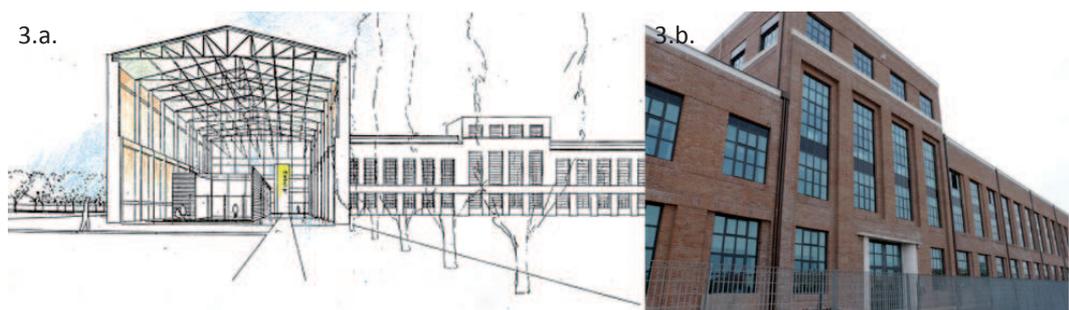
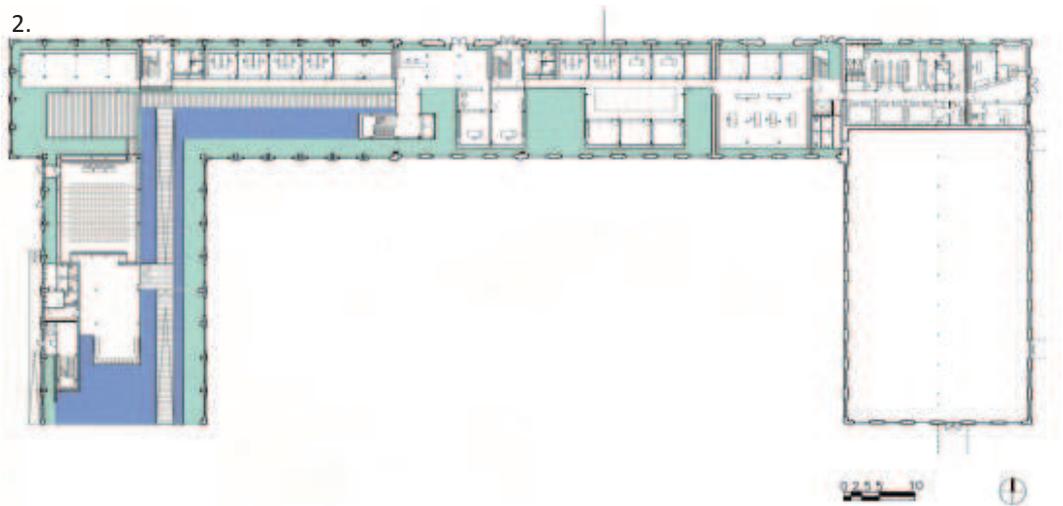
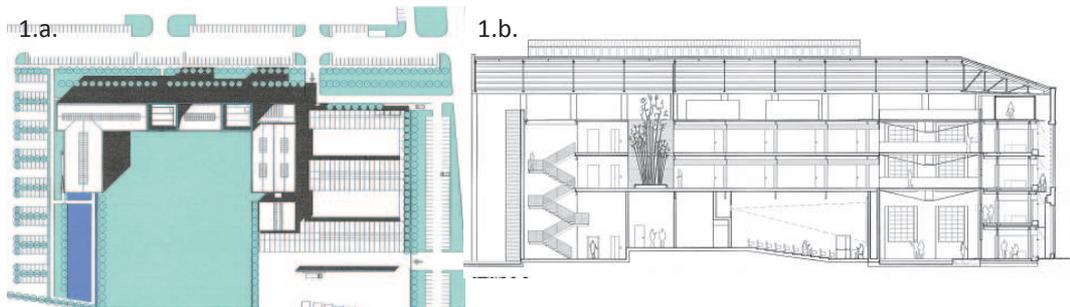
La Distilleria, costruita nel 1936, fu demolita in parte nel bombardamento del 1945. L'edificio fu ricostruito nel dopoguerra, ampliato e convertito in zuccherificio. Costruito in mattone, segue un linguaggio molto razionalista, con una struttura molto regolare, dei volumi grandi, delle aperture ampie. Il trattamento dell'interno era molto semplice. Il tetto, a falda è sostenuto da capriate metalliche.

Nel suo progetto Canali usa la povertà dei materiali e la ricchezza dello spazio: considera l'esistente come un contenitore a funzione. Queste funzione sono concepite come entità completamente indipendente dell'esistente, al livello sia del materiale sia della struttura. Questi spazi hanno il loro ambiente controllato indipendentemente.

Nel resto dello spazio offerto dal esistente, crea una sorta di serra, in quale si fanno in collegamenti tra i ambienti indipendenti. Questa serra sfrutta la forma a "C" dell'edificio e il suo orientamento favorevole per ricevere abbastanza radiazione solare. Il tema del dialogo tra l'interno e l'esterno è quindi centrale in quest'opera, inserendo un giardino all'interno, con una composizione che si adatta alla struttura esistente.

Funzionalmente, il progettista fa coabitare molte funzioni richieste da Aimag. L'obiettivo del gruppo è di unificare tutte le imprese del gruppo, ripartite prima in 6 sede.

Dal punto di vista tecnico e impiantistico, sono inserite tecnologie molto moderne regolate automaticamente, con sensori di presenza, di luce ecc. Come fonte di energia, l'edificio usa un sistema di rigenerazione e mq.160 di pannelli fotovoltaici.



Note

1.a. planimetria - b.sezione nord-sud della parte ovest

2.pianta del piano terra

3.a.sezione in prospettiva della parte ovest - b.facciata dopo l'intervento di recupero

4.3 Il processo partecipativo

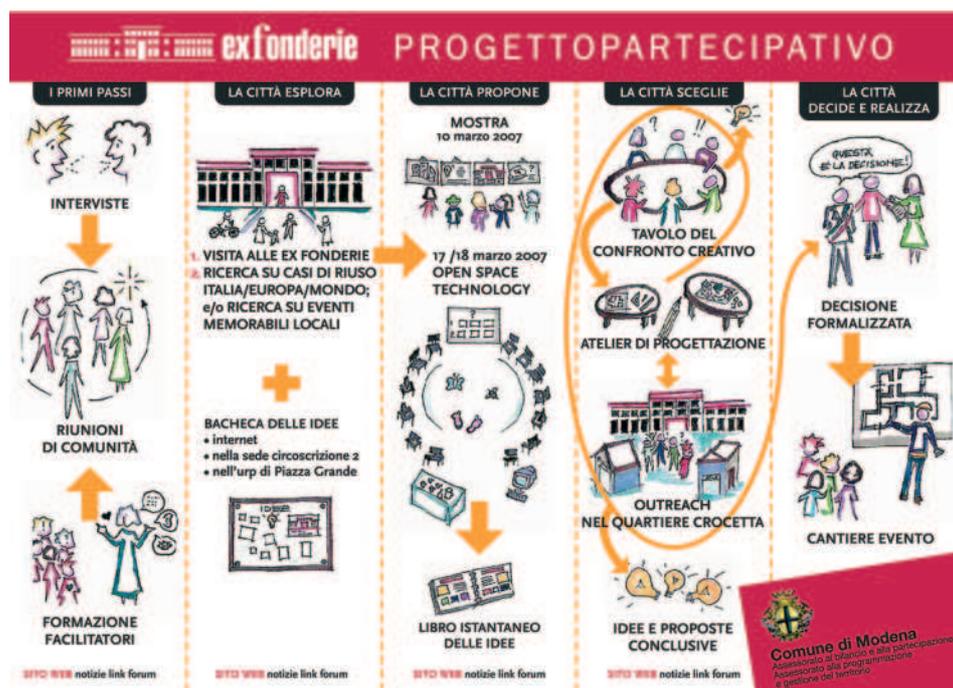
La nascita del progetto La scelta di ricorrere a un processo partecipativo emerse naturalmente di fronte all'entusiasmo popolare suscitato dal dibattito sul futuro delle Fonderie Riunite. Quando nel 2005 si profilò l'intenzione di destinare l'edificio ad accogliere uffici comunali e l'area circostante ad edilizia residenziale, si levarono numerose voci di dissenso. Gran parte degli abitanti si stupì della scelta di un recupero anonimo per un edificio così simbolico. Molti speravano un uso pubblico che permetta di mantenere la memoria del luogo. Di fronte all'interesse pubblico, il comune ha deciso di dare voce ai cittadini. Ha organizzato un processo partecipativo con un obiettivo ambizioso: formulare un progetto concreto che integri e soddisfi le esigenze di tutti i partecipanti.

Per garantire il buon funzionamento e l'efficienza del processo, il sindaco fece appello a una specialista delle scienze della comunicazione: Marianella Pirzio Biroli Sclavi.

Le diverse fasi del processo La consultazione fu stata avviata ufficialmente il 9 gennaio 2007 durante le celebrazioni degli eventi disastrosi del 10 gennaio 1950.

I responsabili municipali cominciarono con incontrare gli attori della comunità locale nello scopo di identificare le persone interessate alla riabilitazione delle Fonderie. Le consultazioni (condotte attraverso interviste, 42 in totale) riguardarono una vasta gamma di persone : partiti politici, sindacati, associazioni, amministratori, club sportivi, scuole... Permisero di indentificare gli enti in grado di costituire dei partner motivati e degli interlocutori affidabili.

Figura 4.10 *Mapa del percorso*



Una formazione di facilitatore fu stata aperta ai dirigenti che desideravano impegnarsi nel processo partecipativo. Trenta volontari si manifestarono. Durante le 16 ore di corsi che furono proposte, impararono i fondamenti teorici delle scienze della comunicazione ed scoprirono i metodi utilizzati per far fruttare un dibattito.

Dopo questa fase preliminare, le parti interessate furono invitate a sviluppare le loro conoscenze in merito al progetto. Il municipio organizzò visite guidate dell'edificio. Mise online i dettagli della sua storia e architettura. I partecipanti che lo desideravano realizzarono ricerche sul recupero di fabbricati industriali. Il loro lavoro fu oggetto di una mostra intitolata "La città esplora".



Figura 4.11 Immagini della mostra "La città esplora"

In parallelo a questa presa di dimestichezza con le questioni sollevate, gli organizzatori raccolsero presso i residenti e le varie associazioni, un massimo di idee sul futuro utilizzo delle Fonderie. Questo gigante "brainstorming" condotto principalmente su Internet portò alla compilazione di una cinquantina di proposte.

Per avviare la fase di discussione, tutti i partecipanti si incontrarono per due giorni il 17 e 18 marzo 2007. L'incontro fu organizzato con il metodo dei "OpenSpace Technology" (OST). Questo tipo di conferenza è stato sviluppato negli anni '80 da Harrison Owen, al fine di stimolare il dialogo. Nasce da una semplice osservazione: durante un convegno, gli scambi i più fruttuosi si svolgono durante la pausa caffè. Il metodo viene implementato per riprodurre le stesse condizioni di libera scelta, non solo degli interlocutori, ma anche del tema della discussione e della sua durata.

Ecco come è organizzata nella pratica. Le dichiarazioni ufficiali e i discorsi preconfezionati inaugurano la conferenza, ma si limitano allo stretto indispensabile. Devono rappresentare una percentuale piccola del tempo totale (1 o 2%). Poi, l'organizzatore presenta il principio e le regole dell'esercizio. La seduta può allora iniziare. I partecipanti, seduti in un ampio cerchio, devono presentare idee o argomenti per i quali provano sincero interesse. Ogni persona che fa una proposta assume la responsabilità di organizzare la discussione sul proprio tema e, al termine, di scriverne un breve resoconto. Una volta che tutti hanno potuto fare una proposta, viene organizzata l'agenda per l'intera giornata e si incomincia la prima sessione di lavoro. L'intero evento è governato da una unica regola, chiamata "la legge dei due piedi": "Se ti accorgi che non stai imparando né contribuendo alle attività, alzati e spostati in un luogo che ritieni essere più

produttivo”. Le scappatoie sono limitate. Ce ne sono tre: un gruppo impegnato a discutere un altro tema, il tavolo della pausa caffè che rimane a disposizione in permanenza, oppure l’uscita. In questo contesto, importa sottolineare con enfasi che abbandonare un gruppo di lavoro per andare a curiosare altrove non va considerato un segno di scortesia ma di vitalità.

L’OST segue un rituale abbastanza preciso. Ogni sessione dura un’ora e venti minuti dopo di che è interrotta dal suono di un gong. A questo punto i lavori devono essere chiusi e pronti per l’impaginazione.

Nel caso delle Fonderie, l’OST ha permesso di mettere in comune le idee in un modo efficace. La cinquantina di proposte uscite dalla fase di consultazione è stata riorganizzata in 20 grandi tematiche. Per ciascuno di questi temi, gruppi di lavoro sono stati formati e individuati rappresentanti. Questi gruppi si sono formati spontaneamente da persone che condividevano una visione comune per il futuro dell’edificio. Mescolarono quindi i rappresentanti delle varie associazioni e comunità.

Figura 4.12 Immagini dell’*Openspace Technology*



La fase successiva ebbe con obiettivo di trasformare le venti soluzioni (ottenute al termine della l’OST) in un’unica proposta, pratica e inclusiva.

La ricerca di una soluzione unificata si basa su l’idea fondamentale che la fusione di soluzioni particolari porta ad un risultato che trascende la semplice accumulazione di parti. Questo concetto è stato affermato da Alfred Koestler sotto il nome “bisociazione” (o per estensione “multisociazione”). Esso si è rivelato un processo chiave di creatività, la cui attuazione ha portato a molte innovazioni tecnologiche. L’invenzione del Walkman nel 1979, ad esempio, risulta dalla combinazione di un lettore di cassette e un paio di cuffie.

Questa fase ha preso la forma d’incontri di lavoro settimanali riunendo tutti i 20 rappresentanti. Durante questi incontri, i diversi partecipanti hanno dato corpo a un elenco di consensi fino ad ottenere un preciso programma funzionale per la costruzione del futuro.

Così decisero dei tipi di spazi da integrare al progetto. Furono assistiti dall’Ordine degli Architetti della provincia di Modena e dai servizi comunali in modo da produrre una proposta rilevante. La fattibilità della proposta fu oggetto di un’attenzione particolare che ha spinto i partecipanti a considerare le possibilità di autofinanziamento e il tipo di amministrazione.

I precisi limiti di tempo indicati dalla municipalità hanno contribuito al successo

dell'operazione. Le varie parti disposero di solo due mesi (aprile e maggio 2007) per raggiungere un consenso. In un'intervista nel 2008 per il giornale Tafter, la responsabile del coordinamento, Marianella Prizio, rivelò un altro fattore decisivo. Secondo lei, l'abitudine al dialogo e al confronto ha creato un clima di solidarietà e fiducia che ha notevolmente facilitato l'implementazione del metodo.

Il processo partecipativo si è concluso con la redazione di un documento che descrive il progetto comune dei partecipanti. Questo testo di tredici pagine, presentato ufficialmente al Consiglio Comunale il 31 maggio 2007, fornisce le risposte a tre problematiche fondamentali.

La proposta finale : "il testo unitario"

Il tavolo di confronto creativo ha permesso di identificare 6 enti che intendono partecipare alla attività future delle Ex-fonderie: l'Università degli studi di Modena, la Fonderia delle Arti, l'Officina Emilia, l'Istituto storico, l'associazione Amici delle Fonderie e la Consulta della cultura.

Come organizzare gli spazi nell'edificio?

Tutti questi attori condividono il desiderio di costruire un progetto unitario, incoraggiando le sinergie. Prevedono di svolgere numerose attività in collaborazione, di condividere gli spazi disponibili e di organizzare una gestione amministrativa e finanziaria comune.

L'idea di base è quella di creare un luogo di studio, ricerca e sperimentazione nei 4 campi seguenti:

- il design industriale
- le arti
- i saperi e la creatività industriale
- il futuro della memoria

Questi settori di attività mirano a stimolare rispettivamente: la vita formativa, culturale, economica e sociale. Prendono quindi in considerazione tutte le preoccupazioni dei cittadini. All'interno di questa organizzazione, il tema della memoria gioca un ruolo centrale. Dato il passato dell'edificio, si presenta come un tema trasversale, che accomuna gli altri settori.

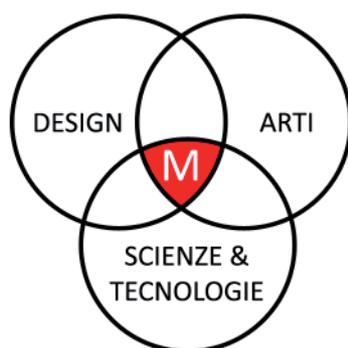


Figura 4.13
Rappresentazione schematica del concetto del DAST

L'acronimo DAST è stato scelto per battezzare il progetto. Unendo in una sola parola termini "design", "arti", "scienze" e "tecnologie", esso illustra l'ambizione dei partecipanti al processo partecipativo: animare congiuntamente una vasta gamma di attività.

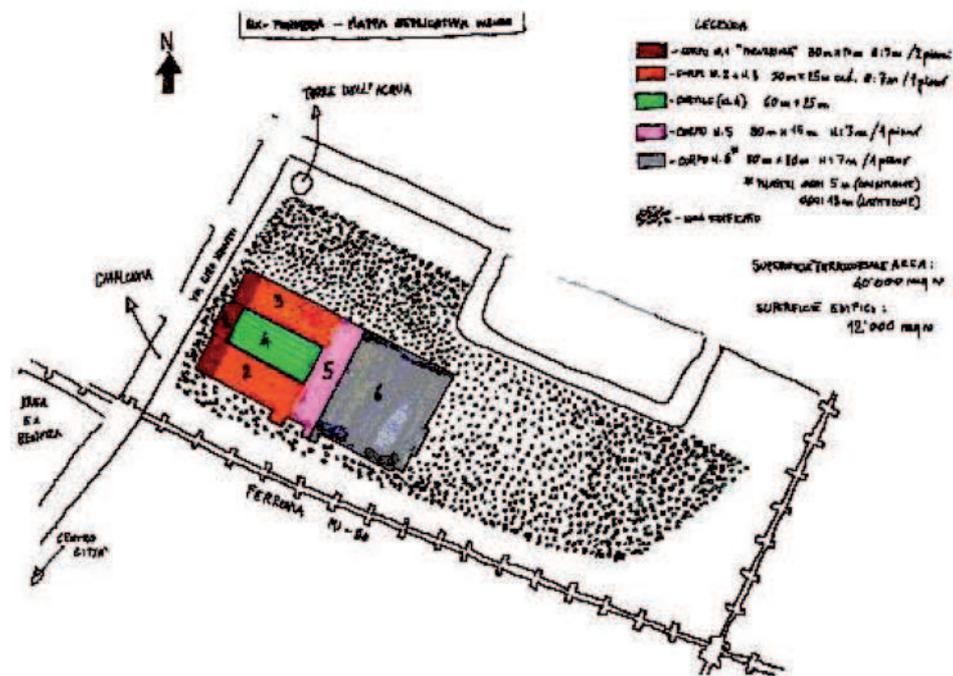
Come conciliare il desiderio dei cittadini con le esigenze del Comune?

Per garantire la fattibilità del progetto, i sostenitori del DAST hanno cercato di soddisfare gli interessi di tutte le parti interessate. Tra questi, il municipio aveva sollevato due questioni da considerare : la necessità di creare nuovi uffici comunali e l'impossibilità di finanziare interamente il funzionamento del futuro centro culturale.

Il DAST prevede d'integrare al progetto gli uffici richiesti dalla municipalità sfruttando le enormi dimensioni del fabbricato esistente, che può ospitare un gran numero di locali. Tuttavia colloca questi uffici nella parte posteriore dell'edificio che ha un valore architettonico più basso.

I terreni a est del fabbricato sono individuati come potenziali fonti di finanziamento del cantiere. Infatti, essi non partecipano al valore simbolico delle ex-Fonderie, e possono essere facilmente convertiti in un isolato residenziale, venduto o affittato.

Figura 4.14 Mappa delle ex-Fonderie: parti dell'edificio e terreno circostante



Per quanto riguarda i costi operativi, è chiaro che l'autonomia finanziaria del progetto costituisce la più sicura garanzia della sua perennità. Il DAST integra quindi attività commerciali esterne (bar, ristorante e bookshop), generatrici di profitti, per completare le entrate generate dalle proprie attività. Le sovvenzioni ricevute dalle amministrazioni non dovranno rappresentare una quota significativa del budget totale.

Il seguito logico del processo conduce a organizzare un concorso internazionale di architettura. Questa iniziativa deve intervenire velocemente per beneficiare della dinamica generata dal processo partecipativo.

In che modo il progetto deve concretizzarsi?

Al fine di facilitare la redazione del futuro programma, i partecipanti al TCC forniscono dettagli sulle modalità di progettazione del progetto.

Elencano tutti gli spazi comuni e condivisibili che compongono l'edificio. Forniscono esempi concreti di attività che possono essere organizzate congiuntamente da diverse associazioni. Infine, indicano lo statuto giuridico scelto per amministrare il DAST.

Secondo loro, la "Fondazione partecipativa" si distingue come il tipo di governance che corrisponde meglio alla loro visione del progetto. Essa consente di realizzare economie di scala considerevoli e di trarre il massimo vantaggio dagli spazi condivisi. S'inserisce in una logica di funzionamento autonomo che concorda con il processo partecipativo che ha dato vita al DAST.

4.4 Il concorso

Il regolamento e le modalità amministrative

In quanto istituzione pubblica, il Comune ha dovuto organizzare un concorso per definire il progetto architettonico del suo futuro centro culturale. Conformemente alla sua ambiziosa politica di portata internazionale, ha aperto il concorso a tutti gli architetti dell'Unione europea e ha garantito una ampia diffusione del bando.

I candidati hanno avuto a disposizione quattro mesi (dal 28 luglio 2008 al 28 novembre 2008) per fare le loro ricerche e produrre i seguenti documenti: una relazione descrittiva, tre tavole nel formato A1 orizzontale, una relazione economica.

La commissione giudicatrice ha emesso il suo verdetto l'8 gennaio 2009. Riuniva responsabili del municipio, architetti consulenti e rappresentanti del TCC. Ha valutato i diversi lavori attraverso un sistema di punteggio predefinito. Questo tiene conto della qualità estetica del progetto (30 punti), della fattibilità (30 punti), della funzionalità (30 punti) e del suo carattere innovativo (10 punti).

Il vincitore del concorso è stato premiato con un bonus di 40.000 €. I progetti classificati secondo e terzo hanno ricevuto rispettivamente 10.000 e 5.000 €. Come ricompensa per la qualità del loro lavoro, due altre squadre hanno beneficiato di un rimborso delle spese investite nel concorso pari a 2.500 € ciascuno.

L'organizzazione delle funzioni

Il programma si basa sui risultati della TCC. Riprende la definizione generale del DAST e espone chiaramente le poste in gioco.

Il recupero delle Fonderie si giustifica dal significato storico dell'edificio, dalla sua architettura unica e dalla sua collocazione privilegiata tra il centro e la periferia. Deve portare alla realizzazione di un progetto unitario. Questa caratteristica fondamentale implica la convergenza, la compenetrazione e la complementarità delle attività che si svolgeranno lì. Si ripercuote anche al livello della gestione finanziaria e amministrativa. La condivisione dei locali mira tanto a risparmiare quanto a incoraggiare le iniziative interdisciplinari.

Il programma non si limita ai considerazioni di carattere globale della CBT, ma fornisce anche tutte le informazioni necessarie per ottenere piani coerenti e precisi.

L'ente banditore ha deciso di organizzare i locali distribuendoli in 8 gruppi funzionali. Di questi insiemi, ci sono due spazi ad uso pubblico :

- gli spazi comuni: sono spazi in cui la collaborazione tra le associazioni raggiunge la sua forma più forte. Sono gestiti congiuntamente da tutti i soggetti del DAST. Comprendono un auditorium, uno spazio espositivo e un aula studio 24h. Attraverso il concetto di creatività diffusa, gli organizzatori del concorso

richiedono una particolare attenzione per le aree di servizio. I corridoi e gli atri devono incorporare funzioni significative: mostre temporanee, percorsi teatrali o performativi.

- gli spazi commerciali: il DAST in un caffè/bookshop, un ristorante e una ludoteca. Queste attività saranno svolte da aziende specializzate esterne. Forniranno un'entrata di denaro regolare e consentiranno una più ampia gamma di servizi offerti ai cittadini.

Ciascuna delle altre macro-aree comprende le attività di una delle comunità che hanno partecipato alla definizione del DAST. Questa divisione è giustificata dal fatto che i diversi attori non condividono gli stessi modi di funzionamento e gli stessi obiettivi :

- la Facoltà di design industriale: Deve nascere dalla collaborazione delle Università di Modena e Milano e accogliere 300-400 studenti in totale. La formazione è suddivisa in due cicli. Il primo ciclo triennale permette l'acquisizione di conoscenze di base (il sapere) e di metodi di realizzazioni (il saper fare). Questa laurea prepara figure di tecnico. La seconda fase mira a fornire competenze manageriali (il saper essere). Si estende su due anni e consiste principalmente in workshops e laboratori.

- l'Officina Emilia: si tratta di un gruppo di lavoro istituito dall'Università degli Studi di Modena per studiare le prospettive dell'industria meccanica nell'area emiliana. Ha lo scopo di individuare e sviluppare i vantaggi competitivi sviluppati dalle imprese della regione. Questo obiettivo si concretizza sotto forma di ricerche storiche estese, ma anche di attività di promozione verso il pubblico. Nell'ambito del DAST, l'Officina Emilia vuole creare un museo-laboratorio che include uno spazio espositivo, uno spazio di laboratorio e un centro di documentazione.

- gli Amici delle Fonderie: quest' associazione si propone di divulgare e far scoprire le scienze e tecnologie. Installerà nelle ex-Fonderie un "science centre" e una galleria dell'industria. Questi due musei, uno generalista e uno specializzato, si rivolgono a un vasto pubblico. Comprenderanno molte esperienze pratiche e interattive.

- la Fonderia delle Arti: questa entità si è formata durante il processo partecipativo dal raggruppamento di persone appassionate. All'interno del DAST, animerà un centro per le arti contemporanee organizzando concerti, rappresentazioni teatrali, mostre e performance di ogni genere. Fornirà formazione per il pubblico e aiuto per giovani artisti.

- l'Istituto storico: come suggerisce il nome, è un'organizzazione che mira a promuovere la storia della città attraverso la ricerca e l'informazione. Possiede molti archivi consultabili dai cittadini. Il suo campo di competenza riguarda in particolare la storia moderna. La sua integrazione nel DAST prevede la creazione

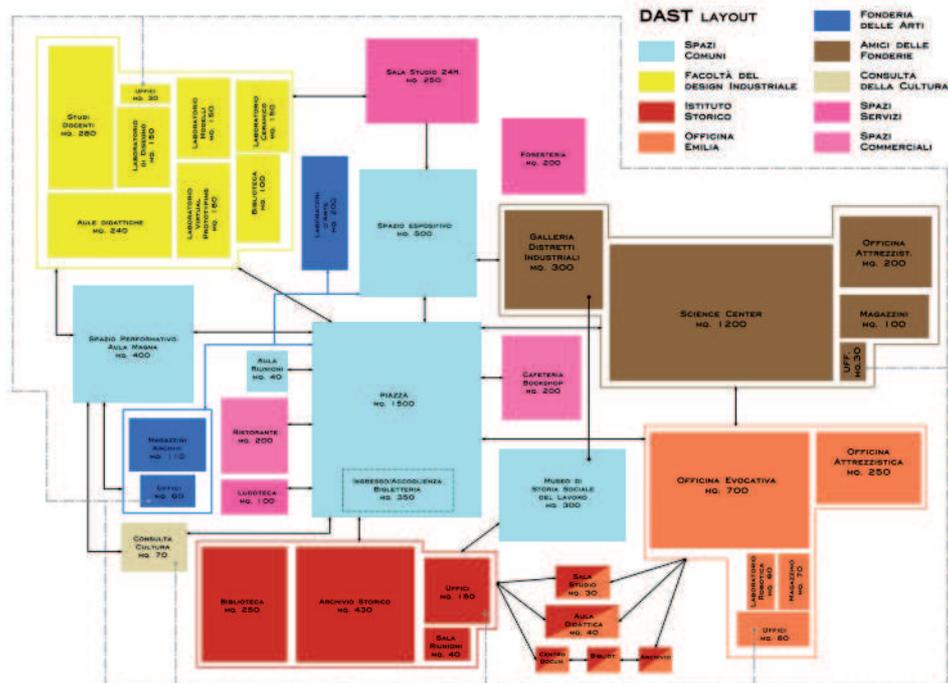
di uno spazio espositivo permanente, oltre al centro di documentazione e gli uffici già esistenti.

- la Consulta della Cultura: questo servizio municipale non dispone di spazi per il momento. Aspira a sostenere le associazioni culturali e a coordinare le loro azioni. Gioca il ruolo di vetrina e di promotore della vita culturale comunale.

Per ogni macro-area, il programma elenca i locali necessari e tutti i dati utili per il dimensionamento. Una scheda dettagliata espone per ogni spazio: la natura dell'attività, la fascia oraria toccata, il numero di utenti, la superficie, il tipo di accessibilità e i requisiti tecnici specifici.

Le relazioni funzionali sono espresse da una rappresentazione schematica specifica (cf. figura). Si legge bene il ruolo centrale dell'elemento "piazza". Questo è in realtà il cortile centrale che gli organizzatori del concorso intendono trasformare in un luogo di accoglienza e orientamento.

Figura 4.15
Rappresentazione
schematica del concetto
del DAST



Le specificità dell'area

Il programma si conclude menzionando tutti i vincoli territoriali del progetto. Queste informazioni forniscono ai concorrenti preziose indicazioni sulla disposizione degli spazi. Si tratta del terreno periferico così come dell'edificio stesso.

Il piano di sviluppo urbanistico prevede l'estensione delle strade comunali che si affacciano sull'appezzamento. Le vie Mar ionico e Mar tirreno saranno prolungate fino a una strada inter-quartiere, la cosiddetta Gronda Nord, che costeggerà la ferrovia. L'isolato urbano delimitato da queste tre vie è attraversato da due canali sotterranei che non possono essere spostati.

Gli spazi esterni non devono dipendere direttamente del DAST. Il Consiglio municipale vuole “procedere, in tempi successivi, all’alienazione delle aree esterne all’edificio ex-Fonderie Riunite”. Chiede quindi ai candidati di riflettere ai cambiamenti fattibili. Dà loro carta bianca per definire un progetto residenziale e terziario attrattivo. Gli edifici creati saranno affittati o venduti per aiutare a finanziare il DAST. Ovviamente, devono pienamente accordarsi con le scelte urbanistiche e architettoniche realizzate per il recupero della fonderia.

Per quanto riguarda l’edificio stesso, il bando distingue due aree. La parte ovest, composta dalla palazzina, dal cortile interno e dalle due ali circostanti, rappresenta la memoria storica del fabbricato. Deve subire soltanto interventi di piccola scala che preservano la sua identità. Invece, i capannoni situati ad ovest possono eventualmente essere reinterpretrati e distrutti.



Figura 4.16
Inquadramento
urbanistico generale

LEGENDA

Planivolumetrico

- Perimetro Progettazione
- Ex Fonderie Riunite: perimetro di comparto

Comparto Ex Fonderie

- A parte in recupero
- B parte di completamento
- canali sotterranei e fasce di rispetto

- limite viabilità
- aree ove collocare le potenzialità edificatorie

Il programma non fornisce un preventivo per il progetto globale, tranne che per la parte ex-Fonderie. Il costo dei lavori non deve superare i 1600 € / mq nella parte in recupero e 1200 € / mq nelle aree in completamento.

Sono state calcolate le dimensioni da attribuire ai parcheggi. Per quanto riguarda il DAST dovranno essere interrati sotto l’edificio per assicurare la sua indipendenza funzionale rispetto agli spazi esterni.

Note

¹ Bruttomesso Rino, "Salvaguardia degli edifici industriali abbandonati: creazione di una rete europea i musei all'interno di ex edifici industriali", *Water and Industrial Heritage*, Marsilio Editori, Venezia, 1999.

² Ronchetta Chiara, Triscioglio Marco, a cura di, "Archeologia, storia e riuso del patrimonio industriale", *Progettare per il patrimonio industriale*, Celid, Torino, 2008.

³ Bruttomesso Rino, "L'acqua dell'archeologia industriale", *Water and Industrial Heritage*, Marsilio Editori, Venezia, 1999.

Parte II : Progetto

Capitolo 5

Processo preliminare alla progettazione

In seguito alla parte di analisi occorre il progetto vero e proprio. Questo studio s'inizia con l'elaborazione del FDOM dal quale si scelgono le funzioni da insediare nel progetto per ottimizzare il suo uso. Dopo ricerche sugli edifici con funzioni simili e lo studio di metaprogettazione, si può definire il DAST definitivo.

5.1 FDOM

Analisi delle forze e delle debolezze del lotto

5.2 Scelta delle funzioni da insediare

Modifiche del programma

5.3 Riferimenti progettuali

Inchiesta su vari esempi di centri culturali

5.4 Metaprogettazione funzionale

Analisi delle diverse attività e degli obblighi funzionali

5.5 Metaprogettazione funzionale spaziale

Raggruppamenti in modo di ottimizzare i flussi interni

5.6 Il DAST definitivo

Diagramma rimaneggiato

5.1 FDOM

Di seguito alla parte di analisi del contesto è stato possibile stendere uno schema riassuntivo delle forze, debolezze, opportunità e minacce del progetto, primo a scala del quartiere circostante e secondo a scala del lotto.

FDOM del quartiere

Le forze del quartiere dove è localizzato l'area di progetto sono soprattutto sul piano dell'accesso e della popolazione circostante. In effetti il lotto è collocato fuori città ma è possibile raggiungerlo attraverso diversi trasporti pubblici. Si contano 3 linee di pullman nelle immediate vicinanze dell'edificio. Inoltre, fuori del centro, si avvicina della tangenziale Pasternak di cui l'uscita 6 permette di raggiungere le fonderie in meno di 1km. Per quanto riguarda la popolazione, si può constatare che il progetto è in un quartiere essenzialmente residenziale e a forte densità (3750 ab./km²). Questi numerosi abitanti sono suscettibili di visitare le fonderie. Le alcune scuole intorno al lotto costituiscono anche una fonte di utenti potenziali del progetto.

Forze

Tuttavia, analizzando la numerosa popolazione dell'area, si osserva che è piuttosto anziana, con 29% tra 40 e 59 anni e 25% tra 20 e 39 anni. Questo costituisce la prima debolezza della zona. Inoltre, se s'indugia su l'accesso carrabile al terreno, si nota che se una macchina viene dal Nord sulla Via Ciro Menotti, non può girare a sinistra verso le fonderie. Il ponte davanti alla facciata est blocca anche gli accessi. Sull'altro lato, verso il sud, la ferrovia, oltre il fatto che costituisce un vincolo sonoro e visivo, blocca anche lei gli accessi al terreno.

Debolezze

Il quartiere, già abbastanza recente, evolve senza tregua. All'intorno del lotto vi sono tre aree in costruzione o riqualificazione. Costituisce una opportunità per il progetto con l'aumento coerente della popolazione (costruzione residenziale) e dell'attrazione di queste nuove funzione(negozi, cinema, ecc.). La presenza del Parco del Venti Aprile è anche una opportunità per la nostra volontà di creare una grande rete verde. Questa potrebbe anche sfruttare la vecchia ferrovia trasformandola come pista ciclabile di collegamento con la nuova zona abitative e il suo parco al nord. Finalmente la scarsa concorrenza della zona soprattutto residenziale promette una evoluzione ottimale.

Opportunità

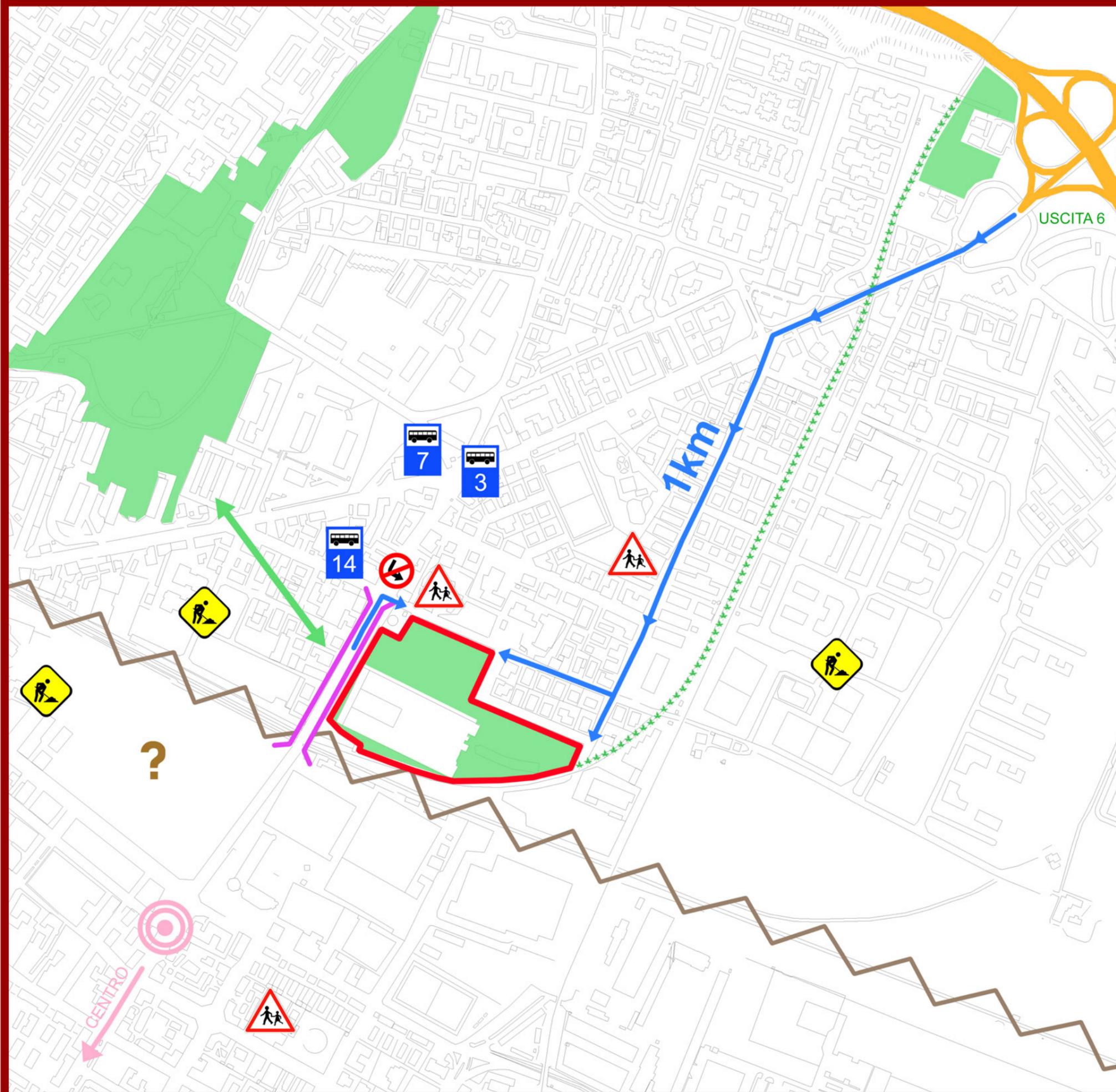
Nonostante il quartiere possiede anche degli aspetti minacciando il progetto. In realtà il quartiere non è globalmente molto attraente neanche attivo. Il progetto che si costruisce di fronte al lotto potrebbe migliorare questo aspetto però anche confrontarsi con nostro complesso.

Minacce

FDOM del lotto

- Forze** L'area di progetto costituisce in se stessa una forza per il progetto. In effetti la sua superficie è molto estesa: abbiamo quasi 40.000 mq a nostra disposizione. Questa area è composta di un grande parco di più o meno 27.000 mq, ancora una forza per il progetto. Finalmente non si deve dimenticare di prendere in conto l'aspetto storico molto forte dell'edificio. Dalla sua costruzione nel 1938, i numerosi eventi che si sono svolti hanno lasciato il segno indelebile nella popolazione.
- Debolezze** Nonostante questo, l'area possiede anche delle debolezze come ad esempio la qualità architettonica di alcune parti dell'edificio. Nel terreno si nota alla prima occhiata la presenza del grande serbatoio d'acqua. Quello potrebbe essere sfruttato e alla fine visto come forze ma di primo acchito si vede piuttosto come una debolezza, un segno forte del terreno che non corrisponde con l'idea che vogliamo trasmettere. L'altro elemento inevitabile è il ponte carrabile localizzato verso il lato ovest. Siccome blocca interamente la facciata, l'idea sarebbe quindi di spostare l'ingresso principale verso un lato. A causa del cattivo orientamento dell'edificio ci farà costruire l'ingresso sul lato nord.
- Opportunità** La grandezza del terreno permette la moltiplicazione degli ingressi. In origine l'ingresso si faceva sul lato ovest. Visto come è ripartita la popolazione all'intorno del lotto, si deve aggiungere degli ingressi verso gli abitazioni, cioè a Nord, ad esempio. Per quanto riguarda l'architettura dell'edificio, si distinguono tre parti diverse: la palazzina a ovest, il cortile centrale e la parte a shed. Questo ultimo corpo è caratterizzato da un grande volume che forma un immense open space. Lo spazio è quindi modulabile.
- Minacce** Il ponte che è già stato evocato come debolezza del terreno ne costituisce anche una minaccia. Nello stesso modo che la ferrovia che costeggia il terreno a sud, provoca un inquinamento sonoro innegabile. A causa dello sviluppo della ferrovia vi è stato un forte aumento dell'inquinamento sonoro e di traffico urbano, questi due elementi provocano delle vere e proprie minacce per il progetto.

Seguono in allegato le tavole di riepilogo grafico di queste caratteristiche.



FORZE

- uscita diretta dalla tangenziale
 USCITA 6 1 km
- servizio di trasporti pubblici: 3 linee nelle immediate vicinanze

- scuole all'intorno del lotto

- zona essenzialmente residenziale, a forte densità
 3750 ab./km²

DEBOLEZZE

- passaggio della ferrovia

- ponte carrabile sulla facciata ovest

- accesso difficile dal Nord

- popolazione anziana
 29 % tra 40 e 59 anni
 25 % tra 20 e 39 anni

OPPORTUNITA'

- aree in costruzione o in riqualificazione

- grande parco all'intorno

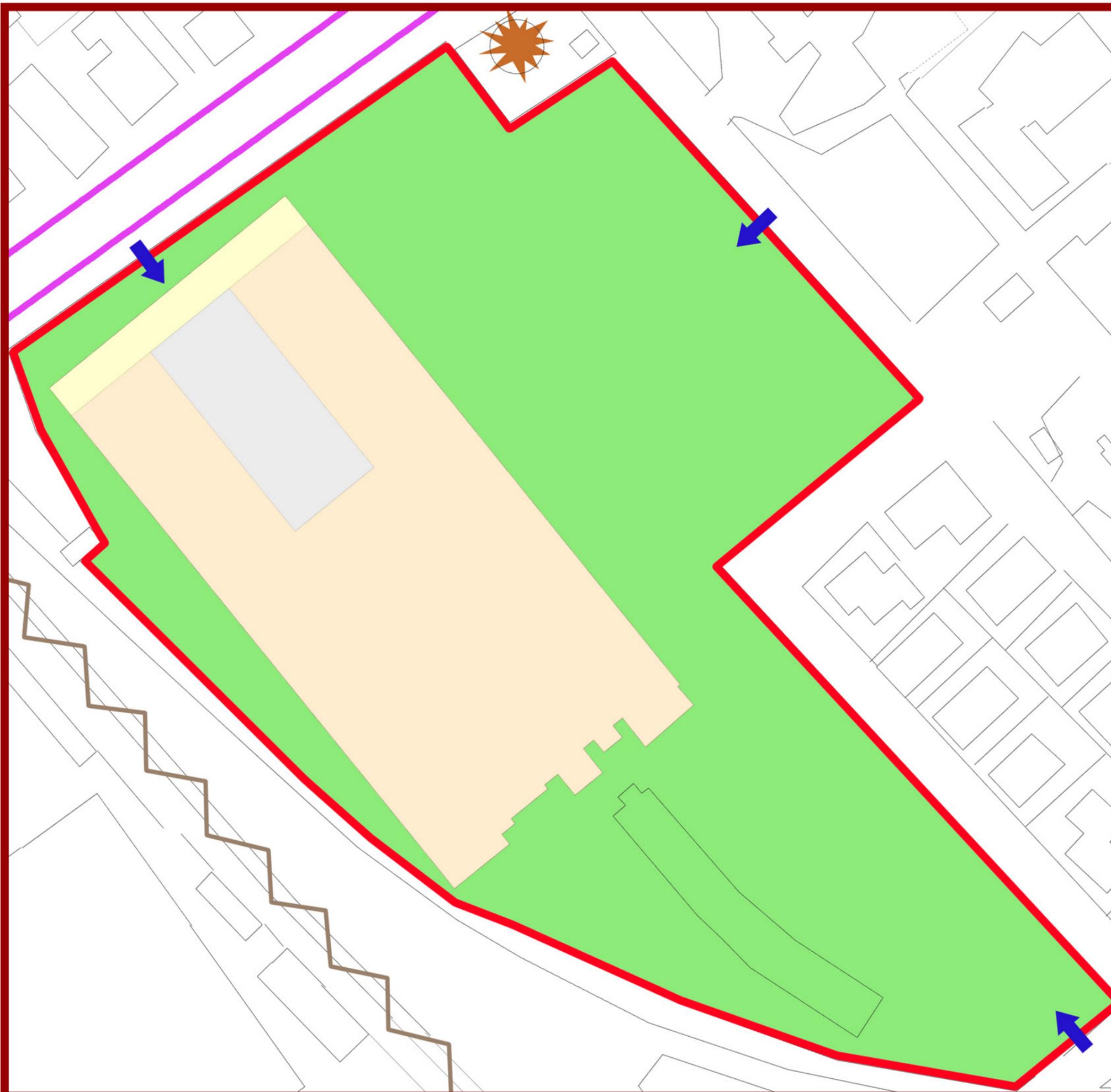
- scarsa concorrenza
- vecchia ferrovia utilizzabile come collegamento ciclabile con la nuova zona abitative e il suo parco


MINACCE

- quartiere poco attivo

- progetto di fronte in attesa



FORZE

- superficie estesa del lotto 40.000 mq
- edificio con importanza storica 1938
- grande parco 27.000 mq

DEBOLEZZE

- qualità architettonica di alcune parte



- presenza del serbatoio d'acqua
- orientamento
- ponte carrabile sulla facciata ovest

OPPORTUNITA'

- diverse vie d'ingresso possibile
- edificio in tre parte
- grande volume modulabile

MINACCE

- seccatura sonora dal ponte e dalla ferrovia



5.2 Scelta delle funzioni da insediare

Il processo partecipativo valida a priori la legittimità del programma. Tuttavia uno studio dei bisogni è stato avviato in modo di capire bene il contesto su scala locale. Questa indagine ha anche permesso di verificare che non esisteva interferenza o incompatibilità con delle strutture esistenti.

Studio del contesto

Il censimento degli edifici notevoli, delle loro dimensioni e posizioni, ha condotto alla realizzazione delle carte sottostante.

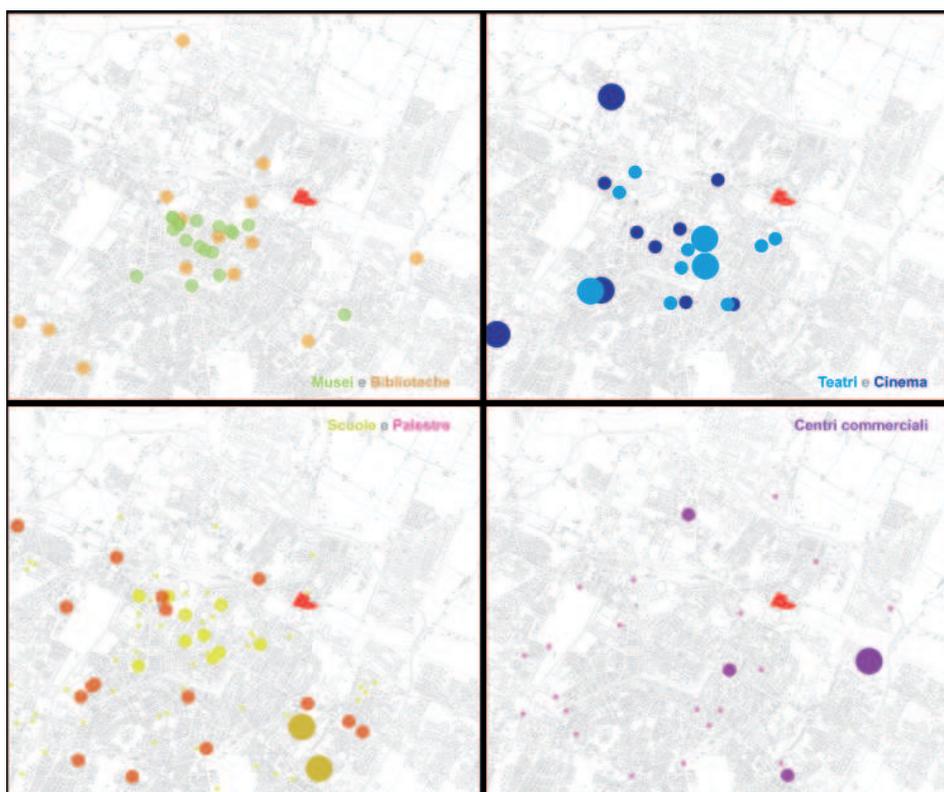


Figura 5.1
Analisi degli edifici
notevoli

La lettura di queste mappe mostra l'assenza d'infrastrutture singole in prossimità del progetto. Quest'osservazione si spiega dalla storia del quartiere. Nel passato, le fabbriche hanno reso la zona spiacevole e rumorosa. Hanno fatto fuggire le classi più agiate e gli insediamenti culturali, sportivi e commerciali a loro dedicati. Al contrario i dintorni delle Fonderie erano occupati da case operaie. Con il crollo dell'industria metal-meccanica, il quartiere popolare si è trasformato in un quartiere dormitorio dipendendo dal centro. Di fatto, esiste poca animazione durante la giornata. Questa relativa inattività durante gli orari di lavoro influisce negativamente sulla vita del quartiere la sera o nei fine settimana. Spiega ad esempio lo scarso numero di luoghi di divertimento. Il quartiere manca chiaramente di un luogo di aggregazione sociale dove la gente possa incontrarsi per praticare il loro passatempo preferito.

Modifiche del programma

L'unico edificio culturale nei dintorni si trova al 106 della via Canaletto. Si tratta della biblioteca della Crocetta, aperta nel 2008 nell'ex-mercato bestiame. Non esiste una sala di grande capacità nel quartiere. Tutte le infrastrutture di questo genere si trovano nel centro oppure nell'opposta parte della città. Per dare un vantaggio decisivo al progetto, abbiamo deciso di fare l'auditorio più grande che previsto nel programma originale. Abbiamo scelto di fare una sala con grandi dimensioni, flessibile e dotata da attrezzature moderne al fine di rafforzare il potere attrattivo del DAST.

Abbiamo anche messo l'accento su i servizi aggiunti. Queste attività promuovono la mescolanza portando nel centro culturale delle persone che non avrebbero messo piede lì spontaneamente. Sono anche una fonte di reddito importante per aiutare a raggiungere l'autonomia finanziaria del progetto. Tra le aziende che hanno senso nel contesto del DAST, possiamo citare ad esempio: un officina di biciclette, una cartoleria, un mercato degli usati o per il giardinaggio.

Pochi cambiamenti sono stati fatti sulle funzioni individuate durante il processo partecipativo. Le nostre divergenze consistono meno nella scelta delle attività da inserire nell'edificio che nel modo di organizzarle. Le scelte dei cittadini non possono essere contestate. Al contrario l'interpretazione che ne viene fatta attraverso il concorso può portare a discussione, come è mostrato nel paragrafo 5.6.

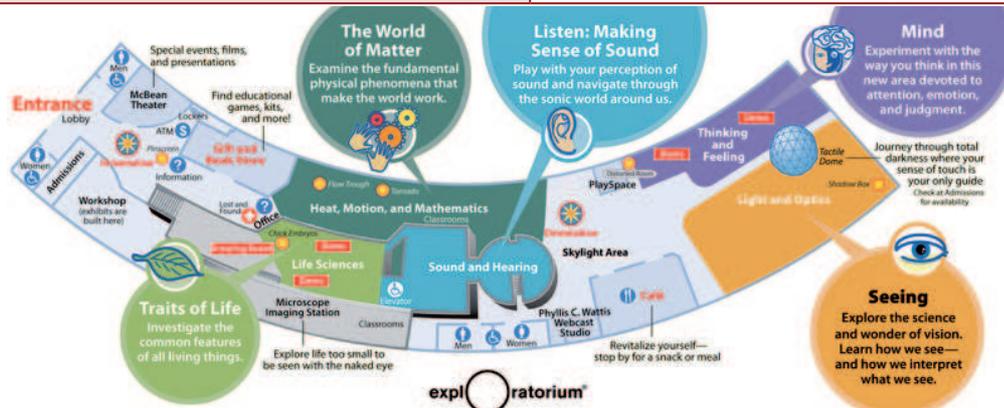
5.3 Riferimenti progettuali

Per poter comprendere la realtà dei centri culturali ci si concentra ora sullo studio di alcuni centri di successo, che vengono studiati per potersi accostare al processo progettuale con maggior competenza in materia e conoscenza dei caratteri principali che caratterizzano questo tipo di complesso. Siccome è raro trovare in un unico luogo un museo, una facoltà, un auditorium e aree associative, lo studio fu focalizzato su due aspetti importanti del progetto: i centri culturali e il science centre. Ogni esempio viene presentato in una scheda illustrativa che riporta la storia del complesso, il suo funzionamento, le diverse funzioni presenti e le figure chiave. Ciascuna scheda sarà illustrata da immagini di progetto e dove possibile dalle piante.

Gli esempi studiati sono:

- Exploratorium, San Francisco (USA)
- Russian Jewish Museum of Tolerance, Mosca (RU)
- Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris (FR)
- Museo nazionale della scienza e della tecnologia Leonardo da Vinci, Milano (IT)
- Città della scienza, Napoli (IT)
- Le Lieu Unique, Nantes (FR)

Scheda di riferimento progettuale Exploratorium



1

Luogo	San Francisco (USA)
Progettista	B. R. Maybeck (Palace of Fine Arts, 1913), F. Oppenheimer
Anno di apertura	1969
Tipologia	Science centre
Superficie	10.200 mq
Frequenzazione	575.000 visitatori per anno

Presentazione

L'Exploratorium è l'invenzione di Frank Oppenheimer, professore, insegnante al liceo, allevatore di bestiame, e un fisico sperimentale. Mentre l'insegnamento in università, Oppenheimer ha sviluppato una "biblioteca di esperimenti" che ha permesso i suoi studenti di esplorare i fenomeni scientifici al loro proprio ritmo, seguendo la loro curiosità. Preoccupato dalla mancanza del pubblico di comprensione della scienza e della tecnologia, Frank ha usato questo modello per creare l'Exploratorium, credendo che i visitatori potrebbero imparare i fenomeni naturali e anche guadagnare in fiducia nella loro capacità di capire la scienza e il mondo. Questa era un'idea rivoluzionaria per un museo della scienza nel 1969, quando l'Exploratorium aprì, dopo la tradizione dei musei scientifici di nuova generazione. Inoltre Oppenheimer vedeva l'arte e la scienza come strumenti complementari per esplorare il mondo, è per questo che ha integrato le due nell'Exploratorium. Quindi alla fine, la maggior parte delle mostre sono organizzate da artisti, scientifici o insegnanti.

Descrizione funzionale

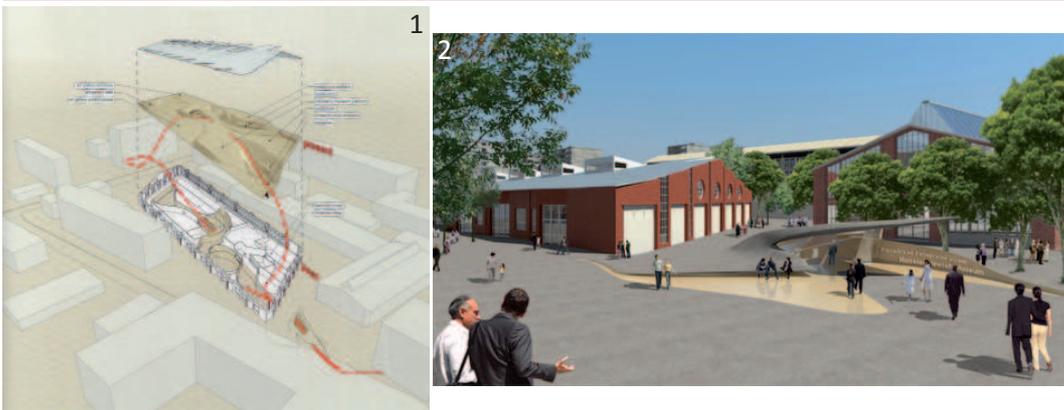
Il museo è composto di un grande spazio chiamato il "floor", diviso in cinque parti. La prima si chiama "Seeing" e consiste nell'esplorazione della scienza e della meraviglia della vista. L'obiettivo è di imparare come si vede e come si interpretano le fenomeni che l'uomo vede. La seconda parte, "Traits of life" chiede quali sono gli elementi essenziali della vita e come si fa a distinguere tra il mondo vivente e non vivente. "The world of matter" si focalizza sui fenomeni fisici fondamentali che formano il nostro mondo. Ad esempio si possono fare esperienze sull'elettricità, il calore e la temperatura, i moti, la complessità, ecc. La parte chiamata "Mind" offre esperimenti sul modo di pensare, analizzando l'attenzione, gli emozioni e l'avvedutezza. Infine la parte "Listen: making sense of sound" investiga sulla percezione dei suoni. In totale più di 400 esperimenti sono disponibili nel museo, progettati per dare il via alla curiosità, indipendentemente dall'età o dalla familiarità con la scienza. Una grande varietà di programmi pubblici, progetti degli artisti in-residence e dimostrazioni accompagnano tutte le mostre.

Note



- 1. Pianta del museo
- 2. Vista dell'interno

Scheda di riferimento progettuale **Russian Jewish Museum of Tolerance**



Luogo	Mosca (RU)
Progettista	Graft
Anno di apertura	2012
Tipologia	Museo commemorativo
Superficie	16.500 mq
Frequenzazione	

Presentazione

Nel 1927 è portata a termine la costruzione del garage di autobus pubblici Bakhmétevsky a Mosca. Rappresenta un esempio dei metodi architetture di avanguardia applicata all'industria. Dimenticato per decenni, e anche sul punto di demolizione, l'edificio è stato restaurato nel 2007-2008 e riaperto nel settembre 2008 come galleria d'arte moderna. La nuova galleria offre 8.500 mq di spazio espositivo. Il giorno di apertura, Alexander Boroda, presidente della Federazione delle Comunità Ebraiche in Russia, ha annunciato l'intenzione di convertire il garage anche in un museo ebraico della tolleranza. Il museo condividerà il luogo con la galleria d'arte.

Descrizione funzionale

Il progetto, iniziato quindi nel 2008, non è ancora completato. Però la volontà dello studio che lo progetta è chiara. Lo scopo è di creare un nuovo tipo di istituzione incaricato di mostrare fatti storici in relazione con l'attualità. Questa nuova istituzione comprenderà, in aggiunta della galleria d'arte già presente, una serie di "studio aperti al pubblico, un museo per i bambini, uno centro per l'educazione, grandi spazi per mostre varie e temporanee, un auditorio di 800 posti, alcune piccole aule di conferenza, un bar-ristorante, un negozio e uffici per l'amministrazione e gli impiegati".

Note

1. Spaccato del complesso
2. Vista dell'esterno
3. Sezione trasversale
4. Pianta del complesso

Scheda di riferimento progettuale Cité des Sciences et de l'Industrie



Luogo	Paris (FR)
Progettista	Adrien Fainsilber
Anno di apertura	1986
Tipologia	Science centre
Superficie	150.000 mq
Frequenzamento	1.659.000 visitatori nel 2008

Presentazione

La "Cité des Sciences et de l'Industrie" è collocata nel cuore del parco della Villette, nel quartiere dello stesso nome, dove nel 1867 il prefetto della Senna, il barone Haussmann, decide di installare i macelli e i mercati animaleschi di Parigi. Nel 1960 s'inizia la costruzione di una gigantesca sala d'asta. Però con l'invenzione dei camion frigoriferi, i macelli si fanno vicino alle aziende agricole. Nel 1971 esplose lo "scandalo della Villette" che marca la fine della costruzione della sala. Nel 1986, dall'iniziativa del Presidente Valéry Giscard d'Estaing, l'edificio incompiuto diventa la "Cité des Sciences et de l'Industrie". La sua missione è di trasmettere a un ampio pubblico, specialmente i bambini e gli adolescenti, conoscenze scientifiche e tecniche anzi che suscitare l'interesse dei cittadini per le questioni sociali relative alla scienza, alla ricerca e all'industria.

Descrizione funzionale

La Cité des Sciences ospita diversi spazi e servizi all'interno dei quali si svolgono delle mostre permanenti, delle mostre temporanee, degli spettacoli, delle conferenze e degli incontri. Le mostre temporanee sono organizzate all'intorno dei temi seguenti: la matematica, l'immagine, il suono, i giochi di luce, lo spazio, l'oceano, l'energia, ecc. Al piano -1 si trova la biblioteca delle scienze e dell'industria. Si estende su 3 livelli ed è divisa in 3 parte: tutto pubblico, infanzia e storia delle scienze. Comprende anche una mediатеca. Una particolare attenzione viene prestata all'educazione dei bambini. Per loro fu creata nel 1992 la "Cité des enfants" con lo scopo di contribuire al loro sviluppo e al loro risveglio al mondo, di introdurli alla scienza e alla tecnologia attraverso la scoperta attiva di spazi espositivi, e infine di dare loro l'opportunità di sperimentare situazioni di esplorazioni ricche, vari e adatti alla loro età. La Cité des Sciences in se stessa contiene anche un auditorio, una sala cinema, uno planetario, un centro di congressi, un acquario, altri spazi d'informazione diversi e ovviamente servizi come ristorante, bookshop, ecc.

Nel grande parco della Villette sono presenti altri strutture che completano la Cité des Sciences. Le più famose sono la Géode, l'Argonaute, le Zénith e la Cité de la Musique. La Géode è una grande sfera all'interno della quale è installata una grande sala di cinema di alta tecnologia. La Géode cumula i record e le prestazioni tecniche con il suo gigante schermo emisferico, il suo sistema di proiezione di più di due tonnellate e il suo sistema sonoro di 21.000 watt. Sono proposti programmi culturali con proiezione IMAX o ancora di realtà virtuale in 3D. L'Argonaute, ugualmente apprezzato, è uno sottomarino che può essere visitato. Le Zénith è una sala di concerti di 6.300 posti. E' una delle più grande di Parigi. Infine, la Cité de la Musique raggruppa un insieme di istituzioni dedicati alla musica. Si svolgono concerti, mostre, laboratori e si può fare delle ricerche.

Note

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Pianta del complesso | 3. Bambini assistendo a esperienze |
| 2. Vista del hall d'ingresso | 4. Vista esterna della Cité des Sciences (sinistra) e della Géode (destra) |

Scheda di riferimento progettuale Museo Leonardo da Vinci



1



Luogo	Milano (IT)
Progettista	Piero Portaluppi
Anno di apertura	1953
Tipologia	Science centre
Superficie	40.000 mq
Frequenzazione	379.686 visitatori nel 2009

Presentazione

Dopo l'esposizione universale nel 1906 collocata nel Sempione nasce l'idea di costituire un museo industriale. L'idea è ripresa dal Comune di Milano soltanto negli anni trenta e alla fine la "Fondazione Museo Nazionale della Tecnica e dell'Industria" fu costituita nel 1942. Nel 1947 la fondazione si trasforma in ente morale e si stabilisce in un convento di frati Olivetani. All'inizio degli anni cinquanta l'edificio è ristrutturato in museo su progetto di Piero Portaluppi. L'inaugurazione è fatta il 15 febbraio 1953 con la presenza dell'allora Presidente del Consiglio Alcide de Gasperi. Lo scopo di questo museo è di far scoprire il grande genio rinascimentale costituendo un luogo fondamentale per la comprensione dei fenomeni scientifici e del loro impiego tecnologico e pratico.

Descrizione funzionale

Il materiale esposto nel museo è rappresentativo di tutto il prodotto dell'ingegno scientifico e tecnologico dell'uomo in ogni epoca. Il museo è diviso in dipartimenti raggruppando collezioni e laboratori educativi. L'attrattiva centrale è il dipartimento Leonardo, Arte e Scienza, con l'esposizione permanente dedicata a Leonardo, dove si osservano modellini di macchine progettate da lui. Altri sezioni interne sono costituite sullo stesso modello, con esposizione permanente e laboratori: materiali, energia, comunicazione, ecc. I più piccoli hanno anche il loro spazio dedicato. E' un luogo dove "fare, esplorare, sperimentare, conoscere, misurarsi con se stessi e con le cose, comunicare e socializzare". I bambini, dai 3 ai 6 anni, sono invitati a fare diverse attività, guidati da un animatore, per scoprire la scienza.

Il museo è anche dotato di una grande biblioteca voluta del fondatore. Comprende argomenti scientifici e tecnici, di cui un ampio fondo moderno, un fondo antico, una raccolta di titoli su Leonardo da Vinci, testate periodiche e alcuni fondi archivistici.

Infine, come nella Cité des Sciences, il museo ha ricevuto nel 2002 il sottomarino Enrico Toti visibile da tutto il pubblico è visitabile.

Note

1. Pianta del complesso
2. Ragazzi assistendo a esperienze
3. Vista del cortile interno
4. Bambini giocando
5. Vista del sottomarino

Scheda di riferimento progettuale	Città della scienza
-----------------------------------	---------------------



Luogo	Napoli (IT)
Progettista	Pica Ciamarra e Icaro
Anno di apertura	2001
Tipologia	Science centre
Superficie	12.000 mq (8.000 mq al coperto e 4.000 mq di aree esterne)
Frequenzazione	350.000 visitatori per anno

Presentazione

Nel 1987 nasce la prima edizione della manifestazione multimediale di diffusione della cultura scientifica e tecnologica Futuro Remoto, ideata e organizzata dalla Fondazione Idis a Napoli. Riceverà un grande successo nelle edizioni successive fino al 1992, quando è stato elaborato il progetto di Città della Scienza. La Fondazione acquista una vecchia fabbrica di vetro LeFevre e apre nel 1996 il primo, embrionale, nucleo di Città della Scienza. Ma è solo nel 2001 che il Science Centre, primo museo scientifico interattivo in Italia, è inaugurato nella sua configurazione finale.

Descrizione funzionale

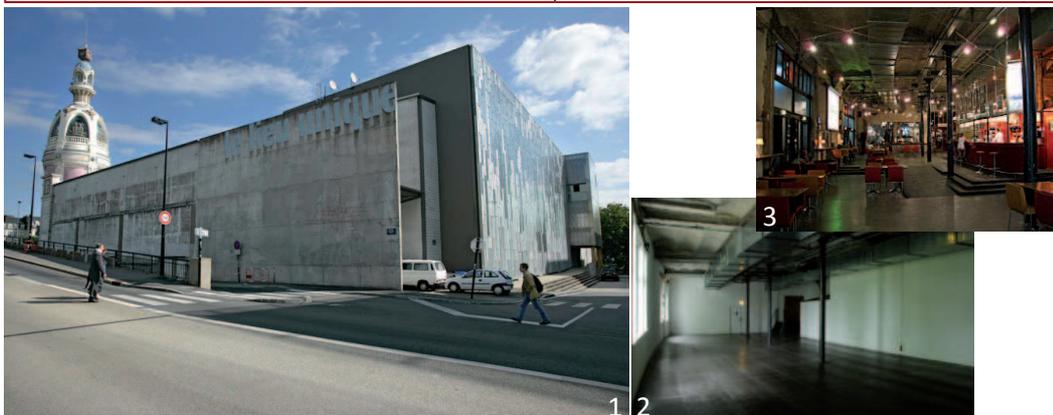
Il modello di Città della Scienza è concepito su tre grandi funzioni che attivano ambiti diversi ma coordinati nell'azione di diffusione: il Science Centre, il BIC (Business Innovation Centre) e il Centro di Alta Formazione. Il complesso del Città della Scienza contiene anche un Centro Congresso con numerose sale. Il Science Centre ha come obiettivo di stimolare nel visitatore la voglia di capire i fenomeni scientifici attraverso una metodologia innovativa: invece di guardare le mostre, si fanno esperienze. I visitatori sono quindi protagonisti attivi del "fare scienza". Il Science Centre ospita diversi spazi, tra cui la Palestra della Scienza. Racconta lo sviluppo della conoscenza scientifica in tre parti: dai fenomeni alle certezze, la natura tra ordine e caos, l'avventura dell'evoluzione. L'Officina dei Piccoli, un'altra sezione del Science Centre, interamente dedicata ai bambini da 0 a 10 anni. Lo spazio fu realizzato grazie alla "progettazione partecipata", cioè da una idea dei bambini della scuola elementare vicina. Anche il Planetario rende lieti i più giovani. Sulla sua grande cupola sono riprodotti gli oggetti celesti visibili ad occhio nudo e le principali costellazioni. Permette al pubblico di immergersi letteralmente nello spettacolo delle stelle. Infine si trovano due sezioni dedicati alla comunicazione e all'educazione alimentare, anzi che tutti i servizi classici come lo shop, lo bar, il ristorante, ecc.

Note



- 1. Ragazzi facendo esperienze
- 2. Vista dell'interno
- 3. Vista delle aree esterne

Scheda di riferimento progettuale Le Lieu Unique



Luogo	Nantes (FR)
Progettista	Patrick Bouchain
Anno di apertura	1 gennaio 2000
Tipologia	Centro culturale
Superficie	8.000 mq
Frequenzazione	550.000 visitatori per anno

Presentazione

Nel 1909, Louis Lefèvre-Utile, il famoso produttore di biscotti di Nantes, fa costruire, secondo le piante dell'architetto Parigino Auguste Bluysen, due torre che formano una porta monumentale nella prospettiva dei cortili San Pietro e San Andrea. Di fronte al castello dei Duchi di Bretagna, vuole che la sua nuova fabbrica LU diventa il palazzo dell'industria. Negli anni settanta, l'unica torre superstite è rasa al suolo. Nel 1997, la città di Nantes chiede all'architetto Jean-Marie Lépinay di ricostruire questa torre a partire d'archivi, di foto d'epoca e della memoria degli abitanti. La torre, ricostruita all'identico nello stile Art Nouveau è aperta al pubblico nel 1998. Nel 2000 viene aperto il resto della fabbrica LU che rivive come un centro di arti atipico: il "Lieu Unique" (LU).

Descrizione funzionale

In origine, il "Lieu Unique" è un centro culturale. Ma, vittima del suo successo, diventa una scena internazionale. Si definisce come uno "spazio di esplorazione artistica, di ribollito culturale e di convivialità che mischia i stili, le culture e i pubblici". Crede nello spirito di curiosità nei vari campi dell'arte: arti plastici, teatro, danza, circo, musica, letteratura, filosofia, architettura e arti gustate. In effetti, la ricchezza dei programmi proposti ne fa un luogo fondamentale per gli amatori di cultura. Oltre a vari concerti e mostre, si può partecipare ogni anno alle "Rencontres de Sophie", forum di filosofia, o partecipare al festival "Les Goûts Uniques" alla riscoperta dell'arte culinaria francese. Al primo piano, un po' isolato, si trova uno studio per artisti. Ogni anno, due artisti della regione beneficiano di una sovvenzione per la creazione e occupano ciascuno questo luogo durante sei mesi. Questo tempo di residenza permette di sperimentare liberamente diverse pratiche, incontrare il pubblico, aprire il loro studio o mostrare le loro opere. Il "Lieu Unique" è anche un luogo di vita nello quale si sviluppano diversi servizi. Prima di tutto il bar dove si può ascoltare nella giornata della musica sperimentale e la sera si anima con concerti, dj set e prestazioni. Contiene anche un ristorante, una libreria e uno asilo nido associativo. Infine, il complesso accoglie dal 2006 un hammam nel suo sottoterraneo. Immaginato dal progetto di recupero della fabbrica LU, lo hammam, oasi di riposo e di contemplazione, completa l'offerta e lo spirito del luogo.

Note



1. Vista esterna del centro culturale
2. Vista del bar
3. Vista di uno studio per artisti
4. Vista della sala di conferenze

5.4 Metaprogettazione funzionale

Scopo della metaprogettazione

Lo scopo della metaprogettazione è di rispondere a una esigenza funzionale. E' necessario in primo luogo individuare tutti i bisogni connessi alle destinazioni d'uso. Poi si deve connettere questi bisogni alla loro collocazione nello spazio facendo attenzione a non fare interagire funzioni incompatibili tra loro. Questo ultimo atto si chiama metaprogettazione spaziale.

Divisione del progetto e degli utenti

La metaprogettazione è composta di diverse fasi. La prima consiste nell'individuazione delle attività svolte all'interno dell'ambiente. Tenuto conto dell'estensione del progetto, la classificazione è divisa in macro-aree: la facoltà, i musei, l'auditorium, e i spazi comuni. Anche la divisione delle persone che gravitano intorno al complesso è complicata. Sono divisibili come segue:

- gli impiegati del complesso nella sua interezza: amministrazione, pulizia,
- gli impiegati di ciascuna macro-area: amministrazione, ma anche gli attori degli spettacoli dell'auditorium, i sorveglianti delle sale di museo, i docenti della facoltà, ecc.,
- i studenti della facoltà,
- i soci delle associazioni,
- il pubblico a pagamento,
- il pubblico generale.

Infine, le attività sono divise secondo quelle svolte dai fruitori della struttura (i ultimi quattro punti) e quelle svolte dagli impiegati (i primi due punti).

Facoltà

Tabella 5.1 Attività fruitori della facoltà

ATTIVITA' FRUITORI
realizzare prototipi in ceramica
imparare le tecniche di rappresentazione
imparare la rappresentazione 3D virtuale
realizzare il prodotto finale
imparare la modellazione digitale
realizzare modelli fisici 3D
realizzare prototipi
ottenere supporto
seguire lezioni del piano di studio
seguire una conferenza
studiare in gruppo
rilassarsi all'aperto
portare una attività associativa
rilassarsi in poltrona

stampare documenti
usare il computer
soddisfare bisogni fisiologici

Tabella 5.2 Attività impiegati della facoltà

ATTIVITA' IMPIEGATI
operazioni di pulizia o manutenzione
svolgere attività di ricerca
ricevere studenti
gestire la facoltà
rilassarsi in poltrona
fare riunioni
soddisfare bisogni fisiologici
usare il computer

Musei

Tabella 5.3 Attività fruitori dei musei

ATTIVITA' FRUITORI
vedere una mostra contemporanea temporanea
informarsi sull'industria emiliana
imparare sulla scienza e la tecnica
giocare (particolarmente riferito a bambini)
fare esperienze
assistere a una conferenza
deposito oggetti
acquistare biblietti
comprare documentazioni relative alle mostre
soddisfare bisogni fisiologici

Tabella 5.4 Attività impiegati dei musei

ATTIVITA' IMPIEGATI
preparare una mostra
organizzare una mostra
immagazzinare delle opere
fare l'inventario
operazioni di pulizia o manutenzione
conversare con i clienti
usare il computer
mantenere l'ordine
sorvegliare gli ingressi e le uscite alle mostre
gestire i musei

Spazi comuni

Tabella 5.5 Attività fruitori dei spazi comuni

ATTIVITA' FRUITORI
fare una riunione di associazione
immagazzinare documenti o libri
organizzare le attività di una associazione
gestire una associazione
organizzare un ricevimento
consumare pasti
consumare bevande
ripetere in gruppo di musica
registrarsi
disegnare
danzare da solo o in gruppo
lavarsi e asciugarsi
vestirsi e svestirsi
deposito oggetti
ascoltare musica per danzare
studiare in tutta tranquillità
studiare tardi
usare il computer
comprare oggetti relativi alle attività
informarsi sulle associazione modenese
leggere un libro in un luogo calmo
prendere in prestito un libro
cercare informazioni bibliografiche
accedere all'informazione via periodici
soddisfare bisogni fisiologici

Tabella 5.6 Attività impiegati dei spazi comuni

ATTIVITA' IMPIEGATI
operazioni di pulizia e manutenzione
immagazzinare documenti o libri
conservare cibi
lavare cibi
lavare piatti e stoviglie
preparare e cuocere cibi
cassa
servire i clienti
gestire un negozio
fare l'inventario
usare il computer

Auditorium

ATTIVITA' FRUITORI
assistere a uno spettacolo
rilassarsi durante le pause
consumare bevande
consumare pasti freddi
condividere impressioni con altri spettatori
acquistare biglietti
deposito oggetti
soddisfare bisogni fisiologici

Tabella 5.7 Attività fruitori dell'auditorium

ATTIVITA' IMPIEGATI
operazioni di pulizia e manutenzione
fare uno spettacolo
organizzare uno spettacolo
immagazzinare scenografie
immagazzinare costumi
lavarsi e asciugarsi completamente
vestirsi e svestirsi
acconciarsi
truccarsi
gestire il suono
gestire la luce
gestire gli eventi
spostare la scena

Tabella 5.8 Attività impiegati dell'auditorium

La seconda fase consiste nella determinazione della durata e dei fasci orarie necessarie a queste attività. Si può constatare che la maggior parte delle attività si svolgono durante la giornata. Solo quelle legate all'auditorium o alle associazioni si possono svolgere nella sera. Infine, lo studio 24H è un caso particolare in quanto è accessibile a qualsiasi ora del giorno o della notte.

Da questa tabella si determina la compatibilità, o invece l'incompatibilità delle attività individuate nel progetto. Si confrontano le diverse attività secondo il loro rumore, o se hanno bisogno di quiete, così come a livello dei loro orari di impiego. Permette di raggrupparle o differenziarle in quattro livelli: molto compatibile, piuttosto compatibile, piuttosto incompatibile, molto incompatibile. Infatti questa differenziazione è utile per la fase successiva, quella della metaprogettazione funzionale spaziale.

In allegato seguono le tabelle di studio dei fasci orarie necessarie alle attività e della possibile compatibilità tra queste.

	realizzare prototipi in ceramica	imparare le tecniche di rappresentazione	imparare la rappresentazione 3D virtuale	realizzare il prodotto finale	imparare la modellazione digitale	realizzare modelli fisici 3D	realizzare prototipi	ottenere supporto	seguire lezioni del piano di studio	seguire una conferenza	studiare in gruppo	rilassarsi all'aperto	portare una attività associativa	rilassarsi in poltrona	stampare documenti	usare il computer	soddisfare bisogni fisiologici	operazioni di pulizia o manutenzione	svolgere attività di ricerca	ricevere studenti	gestire la facoltà	fare riunioni	
realizzare prototipi in ceramica	Fortemente compatibile																						
imparare le tecniche di rappresentazione		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile		Incompatibile	Incompatibile	Incompatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile					Fortemente compatibile							
imparare la rappresentazione 3D virtuale			Fortemente compatibile		Incompatibile	Incompatibile	Incompatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile					Fortemente compatibile							
realizzare il prodotto finale				Fortemente compatibile																			
imparare la modellazione digitale					Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile					Fortemente compatibile							
realizzare modelli fisici 3D						Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile												
realizzare prototipi							Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile												
ottenere supporto								Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile		Fortemente compatibile										Fortemente compatibile
seguire lezioni del piano di studio									Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile												
seguire una conferenza										Fortemente compatibile	Fortemente compatibile												
studiare in gruppo											Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile							
rilassarsi all'aperto												Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile							
portare una attività associativa													Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile							
rilassarsi in poltrona														Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile							
stampare documenti															Fortemente compatibile	Fortemente compatibile							
usare il computer																Fortemente compatibile	Fortemente compatibile						
soddisfare bisogni fisiologici																	Fortemente compatibile						
operazioni di pulizia o manutenzione																		Fortemente compatibile					
svolgere attività di ricerca																			Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile
ricevere studenti																				Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile
gestire la facoltà																					Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile
fare riunioni																						Fortemente compatibile	Fortemente compatibile

Fortemente compatibile

Compatibile

Incompatibile

Fortemente incompatibile

	fare una riunione di associazione	immagazzinare documenti o libri	organizzare le attività di una associazione	gestire una associazione	organizzare un ricevimento	consumare pasti	consumare bevande	ripetere in gruppo di musica	registrarsi	disegnare	danzare da solo o in gruppo	lavarsi e asciugarsi	vestirsi e svestirsi	deposito oggetti	ascoltare musica per danzare	studiare in tutta tranquillità	usare il computer	comprare oggetti relativi alle attività	informarsi sulle associazione modenese	leggere un libro in un luogo calmo	prendere in prestito un libro	cercare informazioni bibliografiche	accedere all'informazione via periodici	soddisfare bisogni fisiologici	operazioni di pulizia e manutenzione	conservare cibi	lavare cibi	preparare e cuocere cibi	lavare piatti e stoviglie	cassa	servire i clienti	gestire un negozio	fare l'inventario
fare una riunione di associazione	Fortemente compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
immagazzinare documenti o libri	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
organizzare le attività di una associazione	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
gestire una associazione	Fortemente compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
organizzare un ricevimento	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
consumare pasti	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
consumare bevande	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
ripetere in gruppo di musica	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
registrarsi	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
disegnare	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
danzare da solo o in gruppo	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
lavarsi e asciugarsi	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
vestirsi e svestirsi	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
deposito oggetti	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
ascoltare musica per danzare	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
studiare in tutta tranquillità	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
usare il computer	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
comprare oggetti relativi alle attività	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
informarsi sulle associazione modenese	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
leggere un libro in un luogo calmo	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
prendere in prestito un libro	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
cercare informazioni bibliografiche	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
accedere all'informazione via periodici	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
soddisfare bisogni fisiologici	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
operazioni di pulizia e manutenzione	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
conservare cibi	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
lavare cibi	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
preparare e cuocere cibi	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
lavare piatti e stoviglie	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
cassa	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
servire i clienti	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
gestire un negozio	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																
fare l'inventario	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente incompatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile	Compatibile										Fortemente compatibile																

Fortemente compatibile
 Compatibile
 Incompatibile
 Fortemente incompatibile

	assistere a uno spettacolo	rilassarsi durante le pause	consumare bevande	consumare pasti freddi	condividere impressioni con altri spettatori	acquistare biglietti	deposito oggetti	soddisfare bisogni fisiologici	operazioni di pulizia e manutenzione	fare uno spettacolo	organizzare uno spettacolo	immagazzinare scenografie	immagazzinare costumi	laversi e asciugarsi completamente	vestirsi e svestirsi	acconciarsi	truccarsi	gestire il suono	gestire la luce	gestire gli eventi	spostare la scena
assistere a uno spettacolo	Fortemente compatibile	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Incompatibile											
rilassarsi durante le pause	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
consumare bevande	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
consumare pasti freddi	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
condividere impressioni con altri spettatori	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
acquistare biglietti	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
deposito oggetti	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
soddisfare bisogni fisiologici	Compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
operazioni di pulizia e manutenzione	Incompatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
fare uno spettacolo (durante)	Incompatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
organizzare uno spettacolo (prima)		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
immagazzinare scenografie		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
immagazzinare costumi		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
laversi e asciugarsi completamente		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
vestirsi e svestirsi		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
acconciarsi		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
truccarsi		Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
gestire il suono	Incompatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
gestire la luce	Incompatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
gestire gli eventi	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											
spostare la scena	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Fortemente compatibile	Incompatibile	Compatibile											

Fortemente compatibile
 Compatibile
 Incompatibile
 Fortemente incompatibile

5.5 Metaprogettazione funzionale spaziale

Lo studio spaziale della metaprogettazione consiste nell'associare alle funzioni individuate una destinazione spaziale, i collegamenti e le disposizioni delle diverse attività entro lo spazio fisico. Nel progetto, una particolare attenzione è stata portata sulla gestione dei flussi. Tenendo conto delle incompatibilità temporali o spaziali e dei problemi con l'accesso di notte, la sicurezza e la privacy, i flussi sono stati fortemente studiati. Infatti, l'obiettivo primario fu quello di rispettare questi vincoli costringendo l'incontro dei diversi tipi di utenti.

Di questo processo si effettua prima il raggruppamento delle attività definite precedentemente in elementi spaziali.

Facoltà

- Laboratorio di ceramica: realizzare prototipi in ceramica, seguire lezioni del piano di studio, ottenere supporto
- Laboratori di disegno: imparare le tecniche di rappresentazione, seguire lezioni del piano di studio, ottenere supporto
- Laboratorio di prototyping: imparare la rappresentazione 3D virtuale, seguire lezioni del piano di studio, imparare la modellazione digitale, usare il computer, ottenere supporto
- Laboratorio di modelli: realizzare il prodotto finale, realizzare modelli fisici 3D, seguire lezioni del piano di studio, ottenere supporto
- Aule didattiche: seguire lezioni del piano di studio, seguire una conferenza, studiare in gruppo, portare una attività associativa, usare il computer, ottenere supporto
- Spazio studenti: rilassarsi in poltrona
- Segreteria e copisteria: stampare documenti, usare il computer, ricevere studenti
- Zona amministrativa: gestire la facoltà, ricevere studenti, usare il computer, stampare documenti
- Studio docenti: svolgere attività di ricerca, ricevere studenti, usare il computer, ottenere supporto
- Spazio riunioni: fare riunioni, usare il computer
- WC: soddisfare bisogni fisiologici

Musei

- Accoglienza/biglietteria/guardaroba: conversare con i clienti, acquistare biglietti, deposito oggetti, usare il computer
- Ludoteca: giocare
- Sicurezza: mantenere l'ordine, sorvegliare gli ingressi e le uscite alle mostre

- Spazio open space: vedere una mostra contemporanea temporanea
- Spazio interattivo: imparare sulla scienza e la tecnica, fare esperienze
- Magazzino spazio interattivo: preparare una mostra, organizzare una mostra, immagazzinare delle opere, fare l'inventario
- Museo storico: informarsi sull'industria emiliana
- Magazzino museo storico: organizzare una mostra, immagazzinare delle opere, fare l'inventario
- Bookshop: comprare documentazioni relative alle mostre
- Uffici: gestire i musei
- WC: soddisfare bisogni fisiologici

Spazi comuni

- Aula associazione: fare una riunione di associazione, immagazzinare documenti o libri, organizzare le attività di una associazione, gestire una associazione, usare il computer
- Aula comune: fare una riunione di associazione, organizzare un ricevimento, usare il computer
- Sala musica: ripetere in gruppo di musica, registrarsi, usare il computer
- Sala danza: danzare da solo o in gruppo, ascoltare musica per danzare, usare il computer
- Spogliatoi: lavarsi e asciugarsi, vestirsi e svestirsi, deposito oggetti
- Sala disegno: disegnare
- Consulenza cultura: informarsi sulle associazione modenese
- Spazio commerciale: comprare oggetti relativi alle attività, gestire un negozio
- Magazzino spazio commerciale: immagazzinare documenti o libri, fare l'inventario
- Sala studio 24H: studiare in tutta tranquillità, studiare tardi, usare il computer
- Cucina ristorante: lavare cibi, preparare e cuocere cibi, lavare piatti e stoviglie
- Magazzino ristorante: conservare cibi, lavare cibi, fare l'inventario
- Sala ristorante: consumare pasti, consumare bevande, cassa, servire i clienti
- Sala ricevimento: organizzare un ricevimento, servire i clienti
- Uffici: usare il computer, gestire un negozio
- Biblioteca: usare il computer, prendere in prestito un libro, cercare informazioni bibliografiche, accedere all'informazione via periodici
- Soppalco biblioteca: usare il computer, leggere un libro in un luogo calmo
- Terrazza di lettura: leggere un libro in un luogo calmo
- Magazzino biblioteca: immagazzinare documenti o libri, fare l'inventario
- WC: soddisfare bisogni fisiologici

Auditorium

- Sala: assistere a uno spettacolo, fare uno spettacolo, organizzare uno spettacolo, spostare la scena

- Scena: fare uno spettacolo, organizzare uno spettacolo, spostare la scena
- Retrosцена: organizzare uno spettacolo, immagazzinare scenografie
- Foyer: rilassarsi durante le pause, consumare bevande, consumare pasti freddi, condividere impressioni con altri spettatori
- Bar: consumare bevande, consumare pasti freddi
- Info point/guardaroba: acquistare biglietti, deposito oggetti
- Magazzini: immagazzinare scenografie, immagazzinare costumi
- Camerini: lavarsi e asciugarsi completamente, vestirsi e svestirsi, acconciarsi, truccarsi
- Regie: gestire il suono, gestire la luce
- Uffici: organizzare uno spettacolo, gestire gli eventi
- WC: soddisfare bisogni fisiologici

Individuati gli spazi delle diverse macro-aree e le singole attività che si svolgono entro l'elemento spaziale individuato, si determina gli utenti autorizzati ad accedere a questi spazi. Sono divisi in sei gruppi, sulla base del raggruppamento effettuato nella parte precedente:

- gli utenti autorizzati: tutti gli impiegati del progetto, inclusi l'amministrazione, il servizio di pulizia, i docenti, gli attori, ecc.
- la facoltà di design: studenti, docenti, amministrazione della facoltà
- i studenti esterni: studenti di scuole di ogni ordine e grado
- i soci di associazione
- il pubblico a pagamento
- tutti: comprende tutte le categorie pre-citate e il pubblico generale.

Occorre infine definire la disposizione dei flussi e i loro punti d'incontro all'interno del progetto. La facoltà, luogo indipendente delle altre funzioni può essere isolato con un minimo di flussi esterni attraversandola. Invece i musei, i spazi comuni e l'auditorium sono luoghi pubblici. Devono essere accessibili e visibili da tutti, quindi collocati al centro del complesso.

SPAZI COMUNI	Utenti autorizzati	Facoltà di design	Studenti esterni	Soci associazione	Pubblico a pagamento	Tutti
	Aula associazione					
Aula comune						
Sala musica						
Sala danza						
Spogliatoi						
Sala disegno						
Consulenza cultura						
Spazio commerciale						
Magazzino spazio commerciale						
Sala studio 24H						
Cucina ristorante						
Magazzino ristorante						
Sala ristorante						
Sala ricevimento						
Uffici						
Biblioteca						
Soppalco biblioteca						
Terrazza di lettura						
Magazzino biblioteca						
WC						

AUDITORIUM	Utenti autorizzati	Facoltà di design	Studenti esterni	Soci associazione	Pubblico a pagamento	Tutti
	Sala					
Scena						
Retrosцена						
Foyer						
Bar						
Info point/guardaroba						
Magazzini						
Camerini						
Regie						
Uffici						
WC						

FACOLTA'	Utenti autorizzati	Facoltà di design	Studenti esterni	Soci associazione	Pubblico a pagamento	Tutti
	Laboratorio di ceramica					
Laboratorio di disegno						
Laboratorio di prototyping						
Laboratorio di modelli						
Aule didattiche						
Spazio studenti						
Segreteria e copisteria						
Zona amministrativa						
Studio docenti						
Spazio riunioni						
WC						

MUSEI	Utenti autorizzati	Facoltà di design	Studenti esterni	Soci associazione	Pubblico a pagamento	Tutti
	Accoglienza/biglietteria/guardaroba					
Ludoteca						
Sicurezza						
Spazio open space						
Spazio interattivo						
Magazzino spazio interattivo						
Museo storico						
Magazzino museo storico						
Bookshop						
Uffici						
WC						

5.6 Il DAST definitivo

L'osservazione del grafico mostra un raggruppamento dei locali che corrisponde con le diverse entità coinvolte nella Tavola di Confronto Partecipativo : l'Officina Emilia, l'Università di Modena, l'associazione "Amici delle Fonderie", ecc. Questa organizzazione dello spazio sembra in contrasto con i principi di mescolanza evidenziati durante il processo partecipativo.

Analisi e critica del diagramma funzionale del concorso

Oltre al pregiudizio per la condivisione delle risorse e dei valori, una tale organizzazione tende a frammentare le attività e moltiplicare i sottogruppi. Lo diagramma stesso mostra una certa complessità nella disposizione delle varie funzioni.

Numerosi locali previsti nel DAST sono dedicati al passato. L'Istituto Storico, l'Officina Emilia e gli Amici delle Fonderie lavorano tutti alla promozione del patrimonio culture di Modena, anche se offrono delle prospettive diverse. Queste attività sono giustificate dal valore storico dell'edificio delle Fonderie, però dobbiamo essere attenti a non creare in un luogo privo di dinamismo, perché troppo chiuso in se stesso.

Per evitare questo scoglio, il progetto favorisce mostre temporanee che investono le aree pubbliche, piuttosto che gli spazi espositivi permanenti, spesso ermetici. Incoraggia una lettura creativa del passato dando più importanza all'auditorio e ai laboratori.

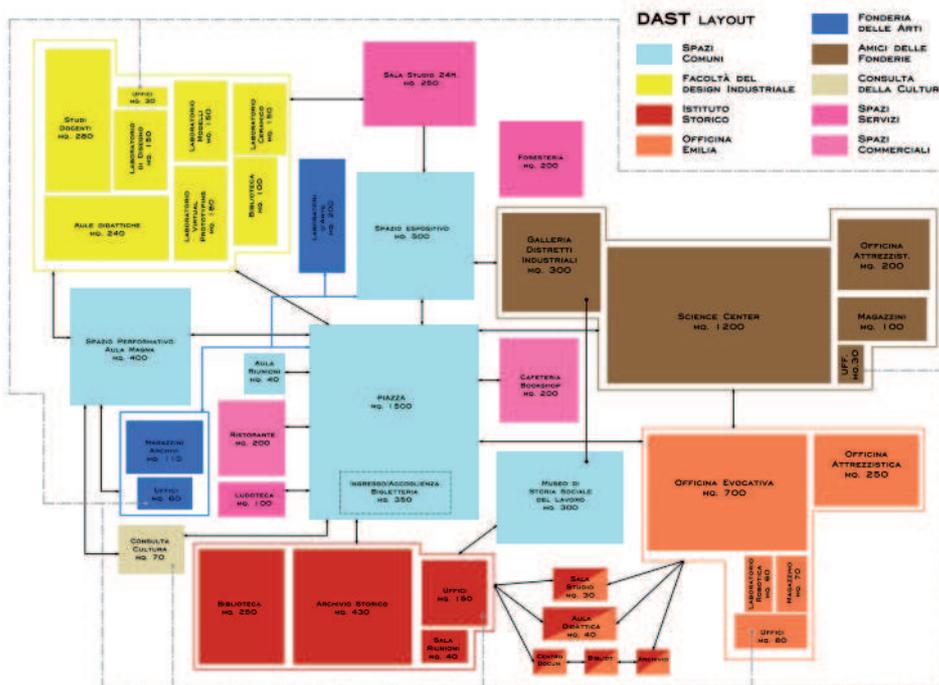
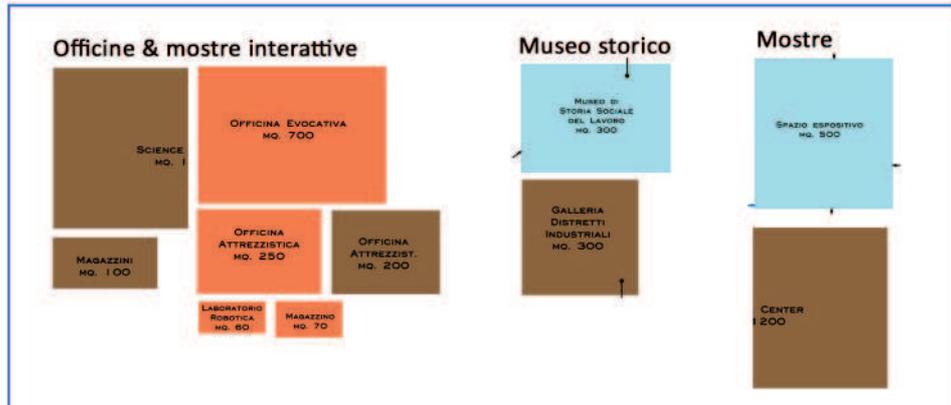


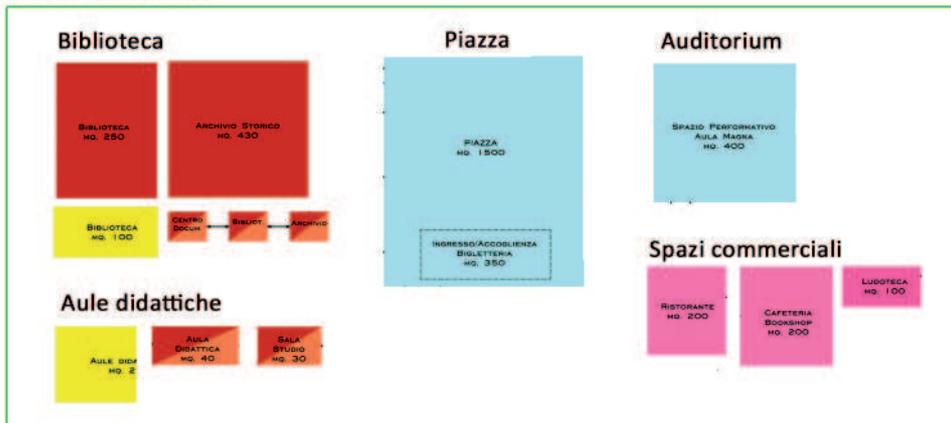
Figura 5.2 Diagramma funzionale del concorso

Figura 5.3
Riorganizzazione delle
funzioni

SPAZI ESPOSITIVI



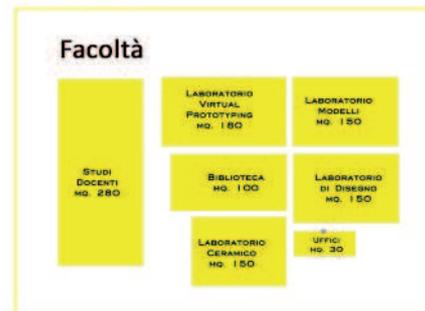
SPAZI COMUNI



SPAZI ASSOCIATIVI



FACOLTÀ



Per consentire una vera condivisione dei locali, abbiamo scelto di raggruppare gli spazi in base al loro uso piuttosto che ai loro utenti. Questa logica porta alla creazione di poli per funzione (uffici, archivi, laboratori, ecc).

Definizione di un nuovo diagramma funzionale

L'immagine a fianco mostra i risultati ottenuti. Si vede che ogni raggruppamento coinvolge utenti diversi. L'approccio sviluppato favorisce chiaramente le sinergie. I poli sono distribuiti in quattro temi: gli spazi espositivi, gli spazi comuni, gli spazi associativi e la facoltà.

La facoltà ha uno statuto speciale perché si compone soltanto di locali specifici che non possono essere condivisi. I laboratori ospitano delle attrezzature troppo sensibili per essere utilizzate dal pubblico.

Dopo aver identificato gli raggruppamenti pertinenti, dobbiamo comprendere e definire i vincoli di posizionamento relativo. Per fare questo, abbiamo utilizzato le schede descrittive fornite dal concorso. Abbiamo mantenuto la maggior parte dei vincoli imposti dal bando. Il diagramma seguente mostra la nuova organizzazione derivante dalla nostra rilettura del programma.

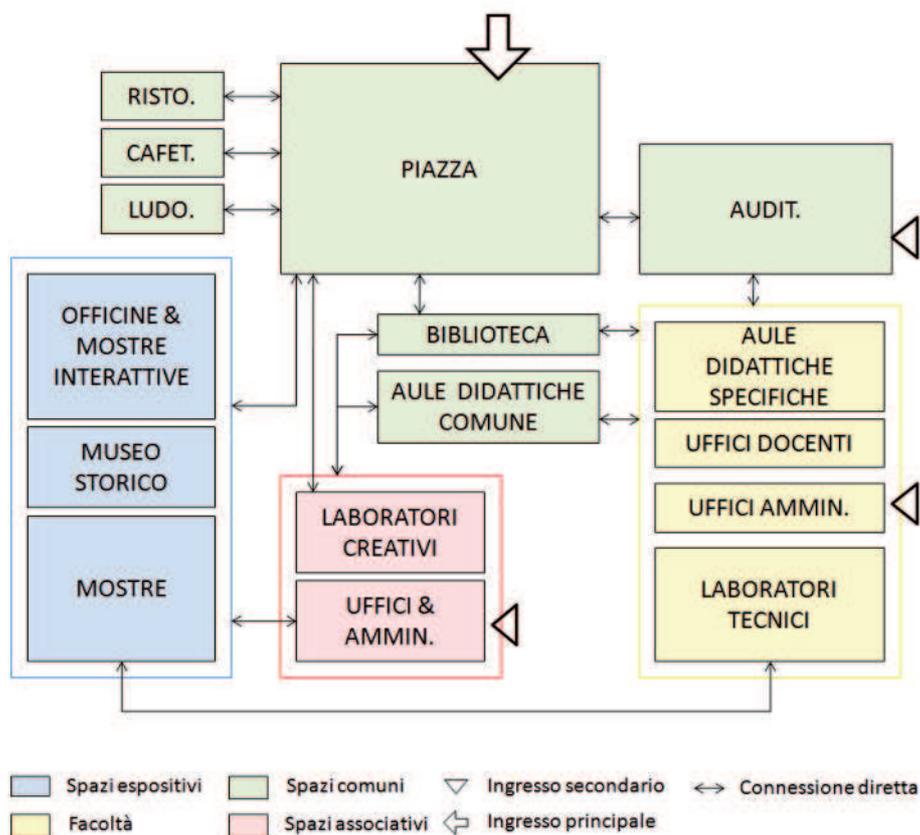


Figura 5.4
Il nostro diagramma funzionale

Capitolo 6

Il progetto architettonico

L'analisi del contesto, la comprensione del programma e delle specifiche dell'edificio hanno guidato le nostre ricerche progettuali. Abbiamo avuto cura di proporre ai cittadini un progetto nel quale si concretizzano le loro desideri sia dal punto di vista funzionale che estetico. Le strategie che abbiamo definito si sono declinate a tutti i livelli della progettazione, dal disegno del masterplan fino alla scelta dei materiali.

6.1 Il Masterplan

L'organizzazione degli spazi esterni

6.2 Strategie di progetto

Le linee-guide del progetto

6.3 Il progetto funzionale

La distribuzione delle funzioni e dei flussi

6.4 Scelte architettoniche

I metodi utilizzati per far capire nostri intenzioni

6.5 La flessibilità

Modularità degli spazi interni

6.6 Verifiche delle normative: accessibilità e antincendio

Controllo del rispetto delle normative

6.1 Il masterplan

Il viale *Ciro Menotti* si impone come l'asse stradale di maggior rilevanza del quartiere. Permette di superare la ferrovia e costituisce quindi un passaggio obbligato per tutti i cittadini in arrivo dal nord-est che vogliono raggiungere il centro della città. Inoltre, offre la migliore vista sulle ex-Fonderie. Il ponte costeggia la parte più simbolica dell'edificio (la palazzina) e rivela un ampio panorama sulla facciata sud.

Scelte preliminari

Per approfittare di questa bacheca unica, abbiamo scelto di collocare l'ingresso principale sul lato nord, che beneficia di un accesso facile dal viale *Ciro Menotti*. La parte settentrionale ha anche il vantaggio di disporre di un grande parco che permette di considerare l'edificio con distacco. Nel mezzo di un tessuto urbano denso, questa caratteristica rappresenta un vantaggio significativo.



Figura 6.1 Vista della facciata nord dal viale *Ciro Menotti*

Nessuna delle altre facciate offre un miglior compromesso tra accessibilità e visibilità. I fianchi sud e ovest, pur essendo molto esposti, non possiedono uno spazio sufficiente per ospitare insieme una sequenza d'ingresso e parcheggi abbastanza estesi. Il lato est si trova isolato e disconnesso dal resto. Presenta tuttavia un potenziale interessante perché si apre sulla città futura. In questa direzione, nuovi isolati residenziali sono in costruzione e guadagnano terreno sulla campagna.

La realizzazione di una strada inter-quartiere (la "Gronda Nord") lungo la ferrovia cambierà la distribuzione dei flussi a livello locale. Questa nuova via assorbirà una parte rilevante delle migrazioni degli abitanti del quartiere.

Le specificità del contesto ci hanno portato a definire una logica globale di distribuzione dei flussi e di assegnazione degli usi. Questa logica consiste nell'orientare le attività dei visitatori casuali, che vengono da lontano, nel nord-ovest e dedicare la parte sud-est a gli utenti più regolari.

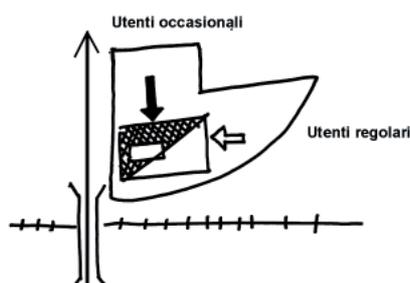


Figura 6.2 Logica dei flussi

I principi generali Abbiamo progettato gli spazi esterni in modo da sfruttare le specificità dell'ambito.

Le fasce sud e ovest hanno una geometria esigua e un ambiente noioso. Pongono problemi difficili da superare. Accolgono quindi gli usi meno nobili (parcheggi).

I terreni collocati a nord e a est invece si estendono su vaste superfici (rispettivamente 12600 e 11000 mq). Sono, però, poco collegati tra loro. Questa separazione ci ha incoraggiati a definire due ruoli diversi per ognuno.

La zona settentrionale che collega l'edificio alla città è stata concepita come una vetrina. Valorizza l'edificio. Svolge un ruolo importante poiché definisce l'immagine esterna che il visitatore memorizzerà. La parte orientale, più nascosta, assomiglia a un giardino segreto. È un microcosmo da esplorare, da scoprire. Offre pace e tranquillità. Il passeggiatore immerso nel verde si trova al centro del decoro.

Figura 6.3 *Bipolarità del sito*



Articolazione della parte Nord

La torre d'acqua appare come un totem. Visibile dai quartieri circostanti, raffigura un punto di riferimento inevitabile nel paesaggio urbano. La sua costruzione risale ad alcuni anni prima di quella delle fonderie. La memoria collettiva l'associa inconsapevolmente alla fabbrica. Abbiamo scelto di utilizzarla come un elemento simbolico, che segnala la presenza del DAST. A termine potrebbe essere possibile trasformare la torre in un osservatorio per l'evoluzione della città.

Figura 6.4 *Vista della fabbrica e del serbatoio nel 1940 subito dopo la costruzione*



Ai piedi della torre d'acqua, si trova una piazza che serve da interfaccia con il quartiere. Permette di evidenziare l'edificio storico. Dà un assaggio di ciò che sta dentro. È un luogo vivace, che promuove la diversità. Dispone di giochi per bambini e adulti nonché di installazioni d'arte.

Lo schema di posa della piazza riprende e amplia la maglia strutturale dell'edificio. Prepara il visitatore all'organizzazione modulare interna. I rettangoli della quadrettatura ricevono trattamenti superficiali diversi secondo il loro impiego. La scacchiera così formata anima lo spazio ed evidenzia la regolarità affascinante della facciata.

rte di analisi del contesto è stato possibile stendere uno schema riasdfntivo delle forze, debolezze, opportunità e minacce del progetto, primo a scala del quartiere circostante e secondo a scala del lotto.

La seconda metà dell'appezzamento nord accoglie dei parcheggi. L'ingresso dei veicoli si trova nell'asse dell'accesso pedonale. Aiuta quindi inconsapevolmente i visitatori ad orientarsi. I posti sono disposti su due livelli. Per semplificare la realizzazione e ridurre i costi, il parcheggio non è stato interrato. Diversi stratagemmi permettono di preservare la qualità visiva dei dintorni. Lungo le vie Santa Caterina e Mar Ionico, il parcheggio è mascherato da spazi verdi e piante rampicanti. Dal lato delle Fonderie, il terreno sale in modo da nascondere le auto ed evita eventuali disagi. Il rilievo assume la forma di un gioco di terrazzamenti. La pendenza e i gradini formano un anfiteatro che può essere utilizzato durante l'estate per spettacoli all'aperto. La zona pavimentata, ai piedi dell'edificio serve a un doppio uso. Costituisce una base per il montaggio di un'eventuale scena temporanea ma serve anche come area di manovra per l'accesso "merci".

Il trattamento bipolare della fascia nord mira a evidenziare la posizione dell'ingresso principale. L'esistenza di un dislivello rinforza la percezione dell'asse pedonale e guida naturalmente i visitatori verso l'interno.

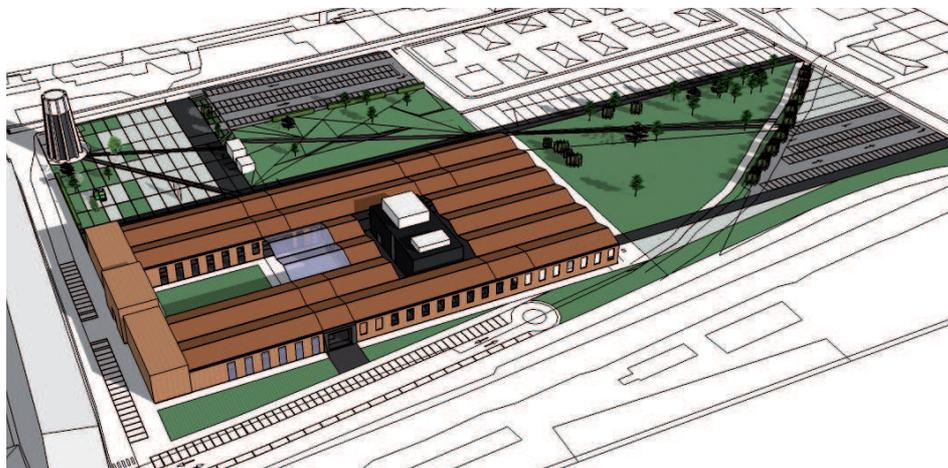


Figura 6.5 Vista aerea del masterplan

Figura 6.6 Vista della ferrovia dismessa



Articolazione della parte Est

Una via ferroviaria dismessa taglia i terreni situati a est delle Fonderie. Testimonia del passato prospero dell'industria modenese. Il suo tracciato è stato preservato. Questa iniziativa sviluppa i principi del recupero in un campo in cui sono troppo spesso dimenticati, quello degli spazi esterni.

Questo approccio assume ancora più senso se conduce alla definizione di una nuova funzionalità. È quindi accompagnato dalla seguente proposta: trasformare l'asse ferroviario (come è stato fatto per gli esempi famosi di Paris e New York) in un corridoio verde, una passeggiata che offre ai cittadini un quadro privilegiato per correre, portare fuori il cane, vagare, far un giro in bicicletta, andare sui pattini, ecc. La via, che risale verso il nord, fornirebbe un accesso piacevole e veloce al DAST per tutti gli abitanti dei quartieri più remoti.

Figura 6.7 Esempi di recupero di ferrovia : La promenade plantée (Paris); High Line park (New York)



La conservazione delle divisioni esistenti risponde a una logica di progetti semplici e poco costosi. I parcheggi della facoltà sono collocati al posto di un vecchio magazzino industriale la cui platea può essere riutilizzata. La siepe, che costeggia la ferrovia dismessa e isola i parcheggi, esiste già.

Due assi principali attraversano l'isolato da est a ovest. Il primo rasenta la facciata nord dell'edificio e raggiunge la via Tirreno. Si presenta come la spina dorsale che unisce gli spazi esterni in un insieme coerente. Il secondo collega la facoltà e i suoi parcheggi. Prolunga all'aperto un vicolo che nasce all'interno del progetto.

Degli orti fiancheggiano il nord del "giardino segreto". Questi mirano ad attrarre sul terreno del centro culturale delle persone che non sarebbero venute spontaneamente. Si accordano quindi con la volontà di apertura e di mescolanza sostenuta dai promotori del DAST. Il processo partecipativo si prolunga nella manutenzione degli spazi esterni. La presenza dei coltivatori

contribuisce ad animare il parco durante tutto l'anno. In qualche modo, lo rende più sicuro e piacevole.

Gli orti rispondono anche alle problematiche ambientali. Permettono di avvicinare, attraverso la pratica, giovani ai benefici della produzione locale su piccola scala : una migliore qualità, costi ridotti, nessun inquinamento dovuto ai trasporti, ecc. Il progetto affronta così il problema dell'autosufficienza. Anticipa un tema che promette di essere una delle principali sfide dei decenni futuri.

Un grande parco si estende nel centro della zona, tra gli orti e il tracciato dell'antica ferrovia. Raggruppa un campione vario delle specie di alberi presenti nella regione. La natura si sviluppa liberamente, in modo da limitare le opere di manutenzione. Nella parte nord, gli alberi riparano tavoli da pic-nic e barbecue pubblici. Più a sud, la vegetazione diminuisce e si apre su ampi prati dove si può venire a giocare a calcio, fare un pisolino, ecc.

Come precisato nel bando del concorso, gli spazi esterni rimangono coerenti anche senza includere la parte Est al progetto. È possibile costruire in questa zona degli alloggi o degli uffici senza compromettere la logica complessiva dei flussi. Questa opzione permetterebbe un significativo contributo finanziario ma priverebbe i cittadini di un parco molto piacevole.

Le diverse opzioni

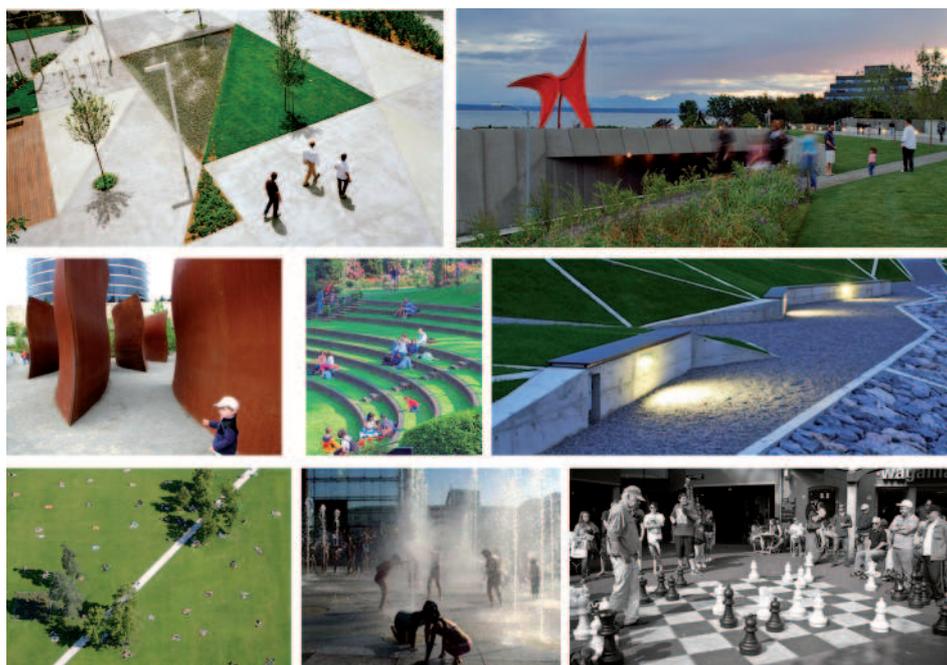
Nello stesso modo, il progetto non è tributario della Gronda Nord, la cui realizzazione può avvenire prima, dopo o durante la costruzione del DAST. L'articolazione indipendente dei diversi spazi esterni offre una grande libertà di scelta per il sindaco. Le aree oggetto di discussione non impediscono l'avvio del cantiere principale. La suddivisione del lotto urbano permette anche di scaglionare la spesa nel tempo.

Sul tema della modularità del masterplan, ci sono due temi su cui le nostre scelte sono diversi dalle prescrizioni del concorso.

La parte settentrionale non è stata pensata in modo indipendente. A nostro avviso, essa forma con l'edificio stesso un insieme indivisibile. Si pone naturalmente come un'anticamera funzionale e visiva. Quando la fabbrica funzionava ancora, essa serviva appunto per ricevere e immagazzinare le merci. Dalla costruzione del cavalcavia, è diventata la facciata dove si legge meglio la monumentalità dell'edificio.

I parcheggi non sono stati posti sotto le Fonderie. Tali lavori comportano un notevole rischio di danno per l'integrità strutturale delle fondazioni. Richiedono anche l'utilizzo di metodi costruttivi minuziosi e costosi.

Figura 6.8 Riferimenti progettuali per il masterplan



N°	Progetto	Commenti
1	PIAZZA FONTANA Studio Labics, Rozzano, 2006	Declinazione di un motivo geometrico per animare lo spazio.
2,3	OLYMPIC SCUPTURE PARK Weiss/Manfredi, Seattle, 2007	Gioco interessante con il rilievo, uso di opere d'arte esterne.
4	ROSEGARDEN AMPHITEATER -, Oakland, 1932	Anfiteatro all'aperto ben integrato all'ambiente.
5	MAISTER MEMORIAL PARK Bruto, Ljubno, 2007	Forma dei gradini.
6,7	PARCO ANDRÉ CITROEN J.P Viguier, Paris, 1992	Geometria pulita, coerenza dei spazi nonostante la loro diversità.
8	MAX EUWEPLEIN -, Amsterdam, -	Giochi per tutte le età.



6.2 Le strategie di progetto

Le nostre scelte sono state guidate dal desiderio di evidenziare l'identità delle fonderie. Abbiamo cercato di valorizzare le specificità dell'edificio e di ricordare il suo passato turbolento.

Visione architettonica

Nel paesaggio urbano il fabbricato si fa notare per la sua architettura che sembra aver attraversato i secoli. La sua sagoma longilinea falsa la percezione delle sue dimensioni. Avvicinandosi, si misura pienamente il gigantismo delle finestre e la lunghezza interminabile delle facciate. Questa solennità è esaltata dalla simmetria dell'insieme e dalla massa imponente della palazzina.

L'interno conferma la sensazione data dalla volumetria esterna. Fin dall'ingresso, il cortile pone il visitatore in un universo smisurato. Tuttavia il più sorprendente avviene dopo. Gli shed nascondono, infatti, una foresta impressionante di pilastri che si estendono a perdita d'occhio negli antichi spazi produttivi. Lucernari sparsi lasciano filtrare sontuosi fasci di luce.



Figura 6.9 Vista panoramica del openspace

Quest'openspace caratterizza la fabbrica. Era il cuore dell'attività metallurgica. Oggi il fumo e le macchine sono scomparsi rivelando una distesa insospettata. Abbiamo cercato di preservare la percezione di questo ampio spazio produttivo come la testimonianza più eloquente del periodo fausto delle Fonderie. La parte est di cui il programma permetteva la possibile distruzione è stata conservata. Nella stessa prospettiva, il progetto non ha alcuna partizione interna. È organizzato attorno al concetto di "scatole nella scatola". Le varie funzioni si distribuiscono all'interno di volumi che lasciano intatto l'involucro esistente.

Per rendere comprensibile l'idea al visitatore, i volumi creati si distinguono chiaramente dall'edificio esistente. Le loro forme pure contrastano con gli



Figura 6.10 Contrasto tra l'edificio esistente e l'intervento

- 1- Biblioteca, Luckenwalde
- 2- Caixa Forum, Madrid
- 3- Louvre, Paris

staccati della facciata e la complessità delle capriate. Superfici monocromatiche e lisce rispondono al rilievo e alla sfumatura del muro di mattoni.

Filosofia e linee guide Per la popolazione, il fabbricato rappresenta un luogo simbolico di difesa dei diritti sociali. La gente conserva la memoria della giornata tragica del 9 gennaio 1950. Si ricorda anche e soprattutto dell'ondata di solidarietà popolare provocata da queste prove difficili. Pochi anni dopo, lo stesso spirito di solidarietà ha permesso ai dipendenti di acquistare la società e, quindi, evitare il fallimento.

È rilevante che il DAST abbia vissuto una storia simile a quella delle fonderie. È nato grazie alla massiccia mobilitazione dei cittadini, dopo una lotta con il Comune e ha portato a un sistema di autogestione. Per natura, il progetto offre una rilettura attualizzata del passato della fabbrica.

Figura 6.11 *La memoria degli eventi del 10 gennaio rimane molto vivace: graffito sotto la cavalcavia, installazione artistica temporanea (dic. 2009)*



Abbiamo cercato di tener conto del costante desiderio di libertà sociale e di autogoverno manifestato dagli occupanti delle Fonderie, facendo della flessibilità uno dei temi principali del progetto. Ci siamo sforzati di offrire alla gente spazi adattabili alla molteplicità delle loro esigenze.

La ricerca di flessibilità non è giustificata solo dal contesto socio-culturale. Si impone anche come un attributo fondamentale dei centri culturali attuali. I partecipanti al processo partecipativo sono stati anche attenti a sottolineare questo fatto nel preambolo del testo unificato scritto alla fine della Tavola di confronto creativo (TCC): « Nella società attuale la forza e vitalità di una proposta culturale è direttamente proporzionale alla sua continua capacità ricettiva rispetto a stimoli e presenze inizialmente non previsti e non prevedibili. ».

I processi partecipativi sono ancora iniziative isolate piuttosto rare. L'esempio di Modena si distingue come particolarmente innovativo per diversi motivi. Va sottolineata innanzitutto l'importanza delle questioni in gioco. La consultazione del pubblico mirava a definire le modalità per la creazione di un centro culturale di livello regionale o addirittura nazionale. D'altra parte, ha condotto a una proposta quanto mai concreta. È andata ben oltre il semplice brainstorming. La completa adozione delle conclusioni della TCC nel bando del concorso dimostra la pertinenza e la profondità della riflessione che è stata sviluppata.

Il progetto è nato fuori da ogni standard. Fin dalla sua genesi, entrò in una logica di innovazione totale. Questa costruzione ha portato naturalmente alla definizione di un programma ambizioso dalla diversità delle attività che intende far vivere insieme sotto un unico tetto.

Ci siamo sforzati di mantenere la stessa apertura mentale e cercare soluzioni creative ai problemi che sono stati sollevati. Il nostro approccio al tema della flessibilità si adatta perfettamente a questa logica. Al fine di fornire agli utenti futuri del DAST numerose opportunità di sistemazione interna, abbiamo scelto di creare un sistema modulare di facile attuazione. Questo tipo di metodo costruttivo è poco utilizzato nel campo del recupero. Di solito è riservato alle soluzioni architettoniche per l'emergenza o per le mostre temporanee. Ci ha portato a sviluppare una soluzione completamente inedita.

Il DAST è stato sostenuto da cittadini ordinari testimoniando una certa disinvoltura nei confronti dei vincoli tecnici e amministrativi che, di solito, le politiche e gli architetti non riescono a superare. Anche questo desiderio di creare un futuro conforme ai loro ideali spiega l'originalità della proposta finale.

Il progetto che proponiamo opera questa proiezione nel futuro con un particolare accento sul tema dello sviluppo sostenibile, il quale appare sempre più come una sfida importante per i prossimi decenni. In ogni fase di avanzamento, abbiamo cercato delle soluzioni di alta efficienza energetica.

6.3 Il progetto funzionale

Organizzazione spaziale La logica generale esposta nell'introduzione si prolunga all'interno della costruzione. Gli spazi espositivi si trovano presso l'ingresso principale, situato a nord, in modo da facilitare l'orientamento dei visitatori occasionali. Gli spazi frequentati dagli utenti frequenti come la facoltà e i locali associativi occupano le parti est e sud, più incuneate.

La distinzione tra tipi di utenti non significa una separazione ermetica. Anzi, le associazioni dispongono di un legame diretto con il science-center e il museo storico di cui assicurano l'animazione. Nello stesso modo, i laboratori della facoltà costeggiano l'area mostre che offre una bacheca privilegiata per i lavori dei studenti.

L'impostazione delle macro aree mira al miglior compromesso tra i problemi di rumore, di luce e di rispetto dell'edificio esistente.

La posizione del volume chiuso dell'auditorio al centro delle shed risolve le difficoltà connesse all'illuminazione delle zone più remote. La facoltà e la biblioteca fiancheggiano le facciate sud-est e sud che ricevono il massimo di luce. Offrono quindi un gran comfort per la lettura e i lavori su tavolo. La metà settentrionale, che ha una illuminazione più uniforme e diffusa ospita gli spazi espositivi.

La palazzina conserva lo statuto di centro decisionale che occupava al momento in cui le Fonderie funzionavano ancora. Raggruppa l'amministrazione del DAST e gli uffici delle associazioni. A causa del suo grande valore storico, riceve anche il museo dedicato al passato industriale della città. Situata sul lato opposto, la facoltà rappresenta il futuro. La sua posizione le permette di sottrarsi al rumore del denso traffico di viale Ciriaco De Mita.

Distribuzione delle persone Per facilitare l'orientamento delle persone, il progetto s'ispira all'urbanistica e sviluppa il concetto di città interna.

La metà est del cortile, coperta di vetro, occupa il ruolo di piazza centrale. Ospita tutte le funzioni di accoglienza e di orientamento. È l'incrocio verso il quale convergono tutti gli assi interni. Il bar e l'auditorium che la costeggiano ne fanno un centro di aggregazione sociale particolarmente vivace.

L'attrazione di questa piazza è rafforzata dall'ambiente molto piacevole e originale. I visitatori possono ammirare la facciata di mattoni a vista della costruzione senza essere esposti alle intemperie. Ritrovano all'interno dell'edificio la visione che ne hanno avuto fuori. Questo gioco di percezione tra gli spazi interni ed esterni partecipa alla creazione di un microcosmo e corrisponde perfettamente al tema delle "scatole nella scatola".



Figura 6.12 Vista della piazza centrale

La parte occidentale, situata a cielo aperto, è stata trasformata in un giardino pubblico. Questo piccolo angolo di verde rinforza l'intimità e la quiete. Realizza anche un allestimento della problematica ambientale che è un tema centrale al progetto.

Un "viale" orientato nord-sud collega la piazza all'ingresso principale. Si raggruppano attorno a quest'asse tutti i servizi comuni. Oltre al bar e l'auditorium già menzionati, si succedono la ludoteca, la libreria, la biblioteca e l'isola "creatività".

Questo grande corridoio si distingue come l'arteria centrale che alimenta tutti i vasi secondari. La forte presenza spaziale di shed – che possono essere paragonati alle navate di una chiesa – invitano naturalmente i visitatori a girare per raggiungere la loro destinazione.

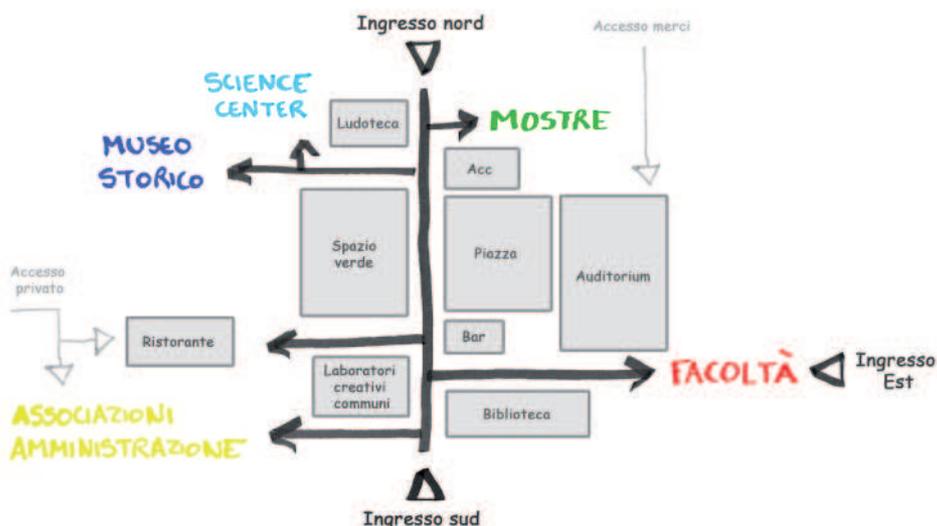


Figura 6.13 Diagramma dei flussi

Se l'accesso allo spazio mostre e al science-center è immediato, delle strade interne collegano la facoltà, gli uffici associativi, il museo storico e il ristorante. Questi percorsi beneficiano di un trattamento architettonico accurato per renderli piacevoli. Quando non costeggiano il cortile interno, sono esposti al sole diretto del sud: il movimento delle ombre durante la giornata crea un'animazione.

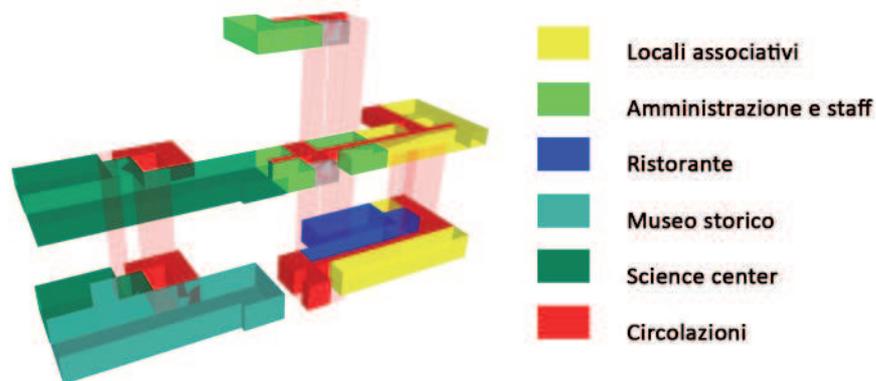
La via principale apre nella facciata sud un secondo ingresso. Quest'accesso mira a ricevere la gente che utilizza la "Gronda Nord", vale a dire principalmente i residenti dei quartieri vicini. Si adatta perfettamente alla posizione del polo associativo.

Organizzazione interna delle macro-aree

La forma bassa ed estesa dell'edificio tende a moltiplicare le circolazioni verticali. Per affrontare questo problema, ascensori e scale sono situati a cavallo tra i diversi insieme funzionali. Questa iniziativa permette di limitare il numero di queste attrezzature sempre costose.

La zona "musei" che si estende sul lato nord è divisa in tre parti: lo spazio mostre, il science-center e un museo storico. Ogni entità ha una propria area di stoccaggio con cui comunica direttamente. Dopo aver varcato la soglia dell'ingresso principale, delle vetrate laterali danno ai visitatori un assaggio dello science-center da un lato e dello spazio mostre dall'altro. Queste finestre lo aiutano ad orientarsi mostrando come è organizzato lo spazio. Dopo pochi passi, scopre la "reception" da cui l'accesso verso le sale espositive è immediato. Il controllo degli ingressi e delle uscite è stato oggetto di particolare attenzione al fine di limitare la necessità di personale. Ogni museo può funzionare in modo indipendente. Ognuno offre una grande libertà di sistemazione. Possono proporre un percorso lineare oppure, al contrario, un labirinto a esplorare. Le uscite orientano le persone verso la piazza coperta invitandole a prolungare il loro soggiorno nell'edificio e a scoprire i servizi annessi (bar, libreria, ristorante, ecc.).

Figura 6.14 Schema tridimensionale degli spazi nella palazzina

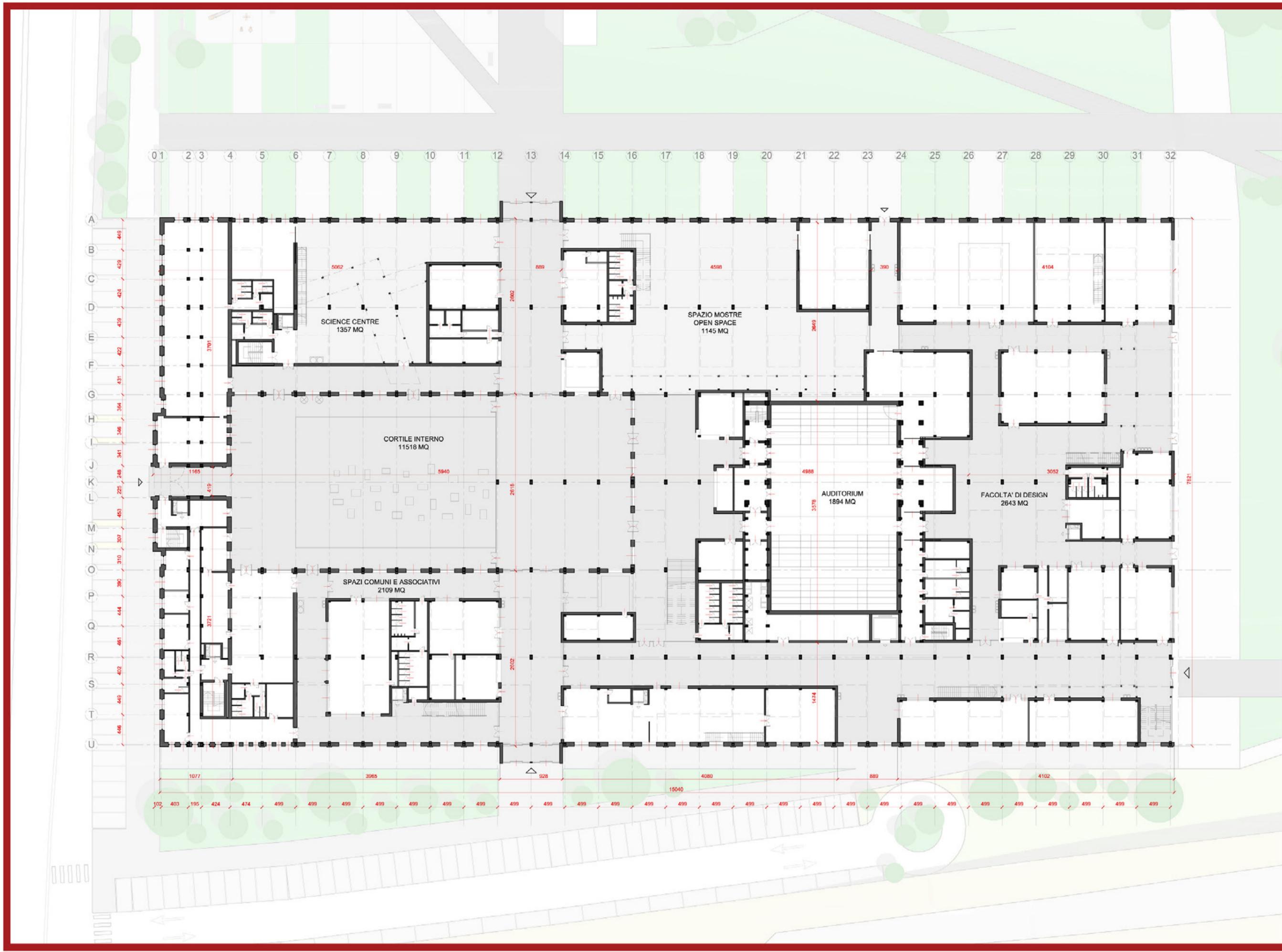


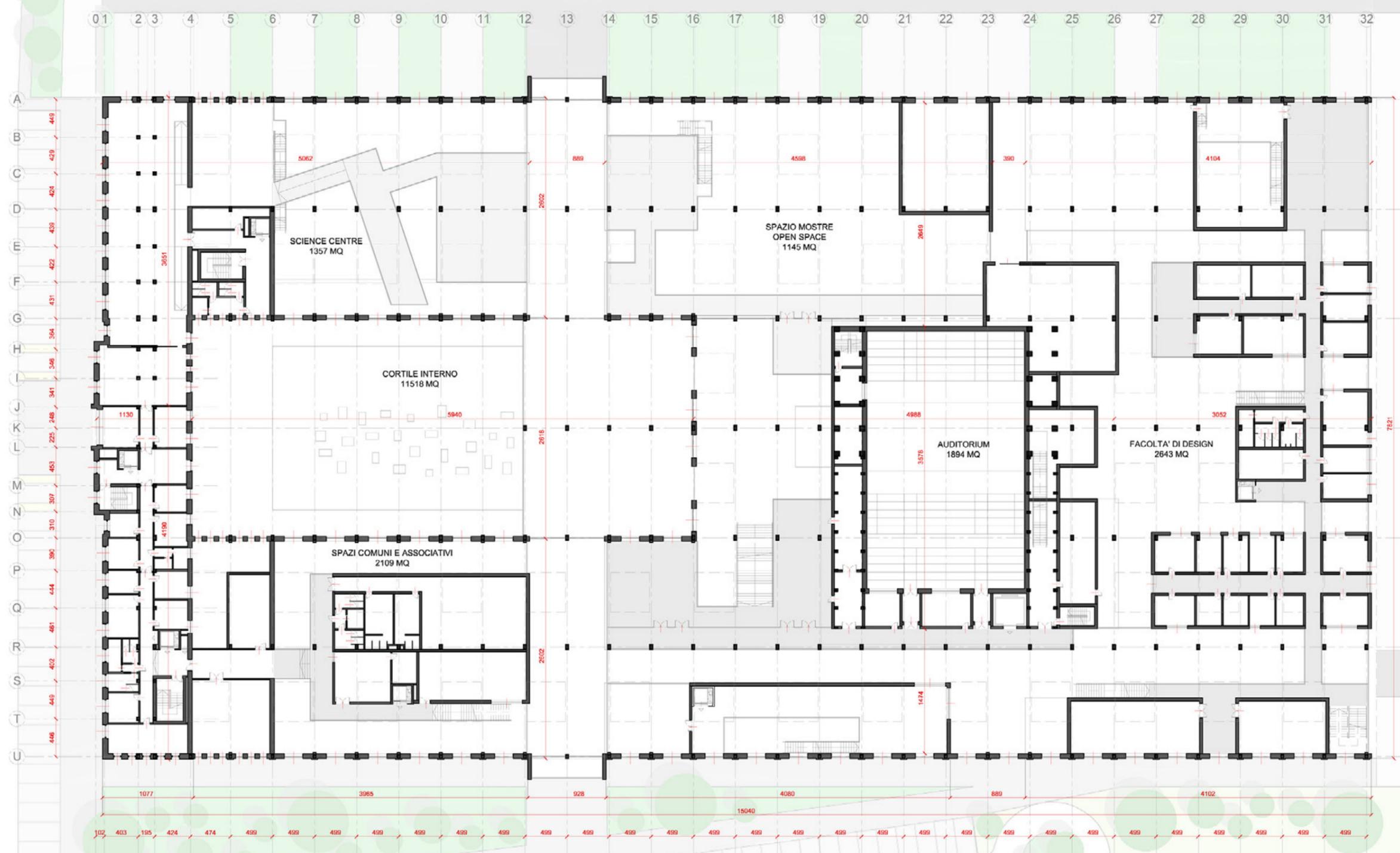
Gli uffici associativi e l'amministrazione sono distribuiti su due piani nell'ala sud della palazzina. Essi hanno un accesso diretto dall'esterno presso l'ex-ingresso principale. I locali sono organizzati intorno ad un corridoio centrale le cui estremità ospitano scale e aule polivalenti. Queste aule condivise possono essere utilizzate per vari scopi: incontri, corsi o seminari. I laboratori specializzati (disegno, musica e danza) sono raggruppati in un isolotto differenziato, molto facilmente accessibile per il pubblico. Al piano terra, la "Consulta cultura" informa la gente sulle diverse associazioni e le loro attività. Addossato all'asse nord-sud, questo servizio comunale che promuove la vita

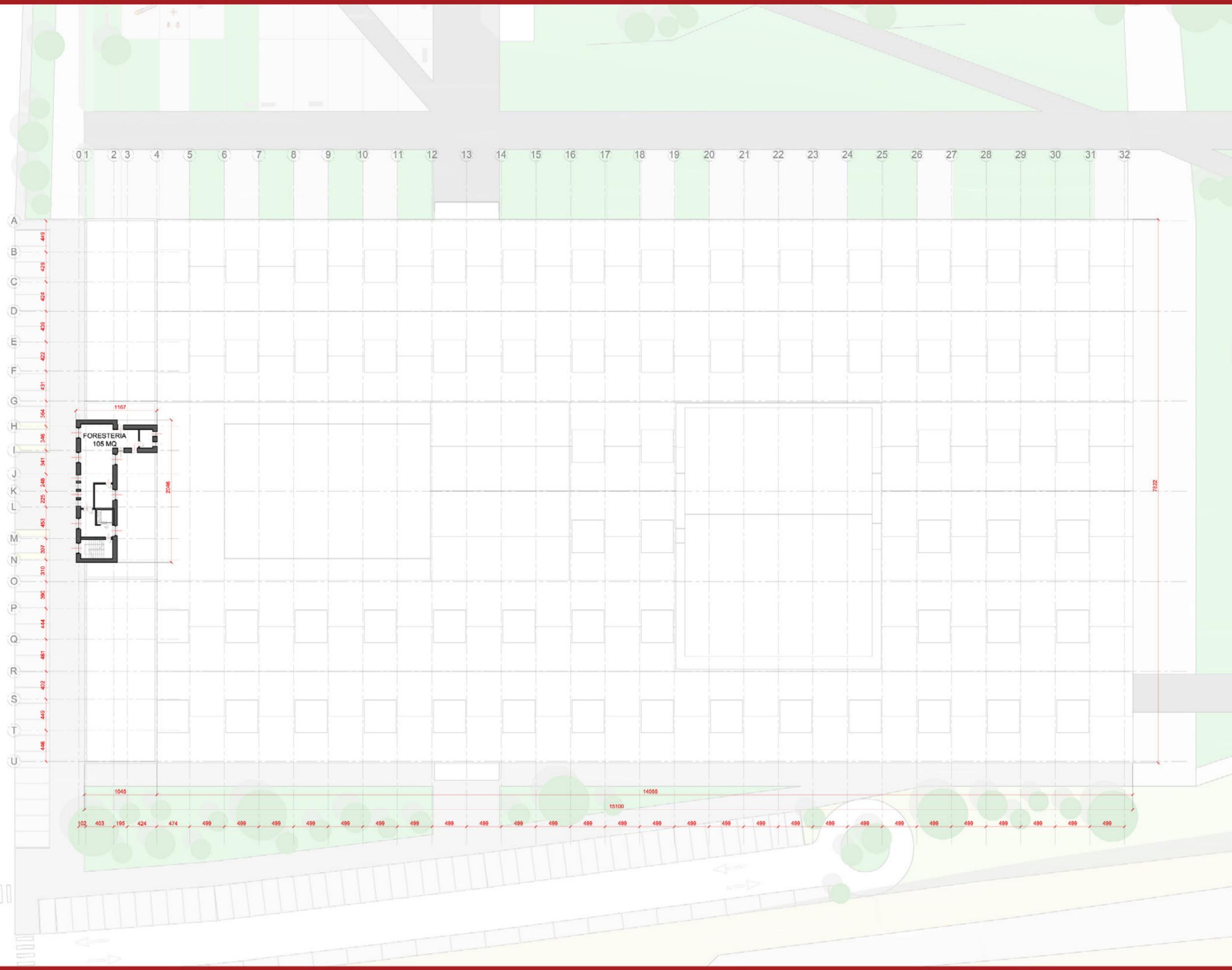
associativa ha una grande visibilità.

La biblioteca si trova a metà strada tra la facoltà e i locali associativi. Contiene principalmente una letteratura specializzata sulla storia, l'industria e il design.

La facoltà comprende tre tipi di spazi: le aule, i laboratori e gli uffici. Questi spazi sono situati più o meno lontano dal ingresso a seconda dell'ampiezza del pubblico che accolgono. La reception segna l'entrata nel perimetro della scuola. È raggruppata con gli uffici dell'amministrazione. Un breve corridoio si apre poi su una piazza interna circondata da aule. È necessario andare avanti verso il nord per raggiungere i laboratori. Le scale conducono agli uffici di docenti e studenti di dottorato. Quattro aule di grande dimensione sono disposte fuori dalla cinta della facoltà stessa. Così possono essere facilmente utilizzate per altri scopi, ad esempio per organizzare convegni.









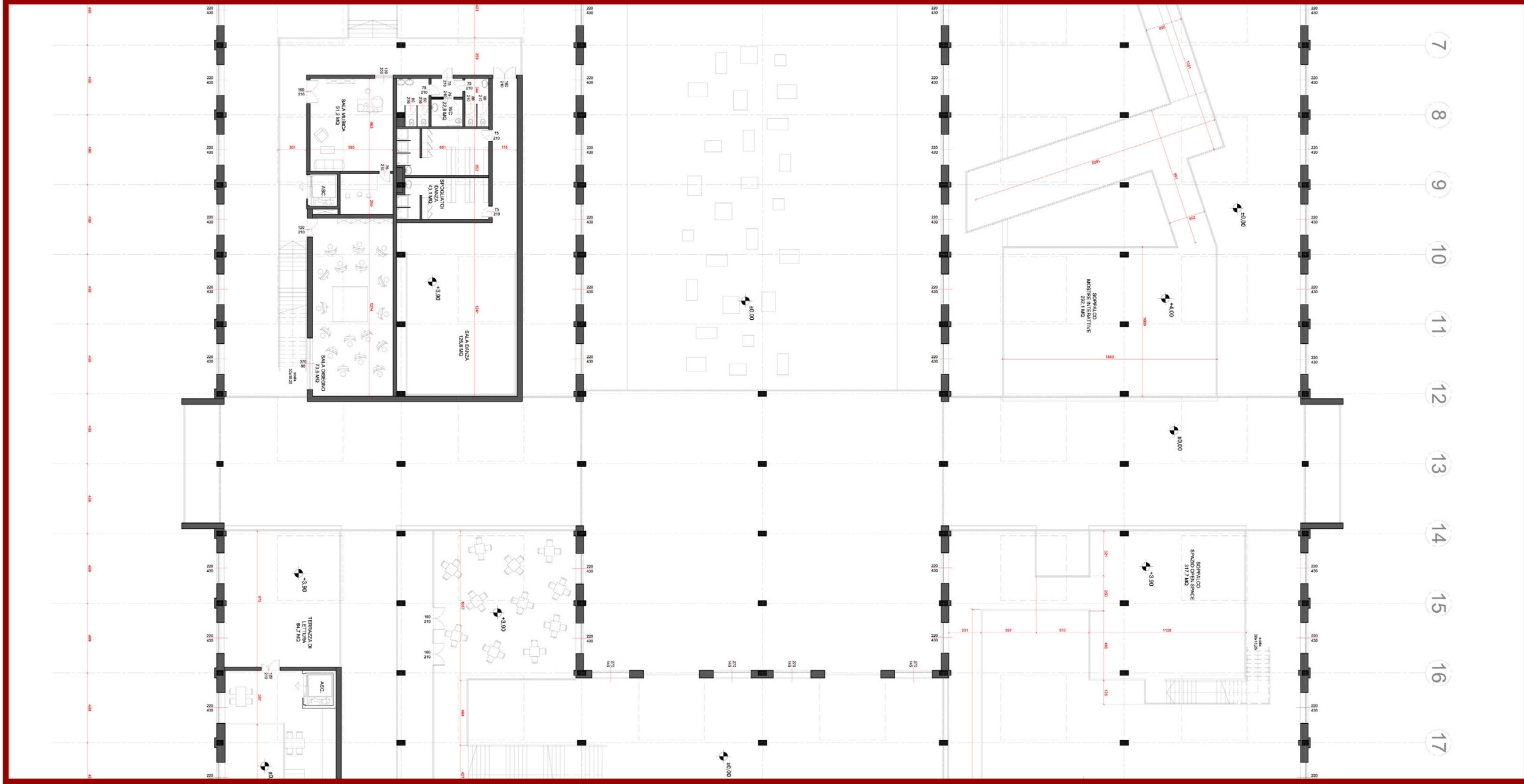




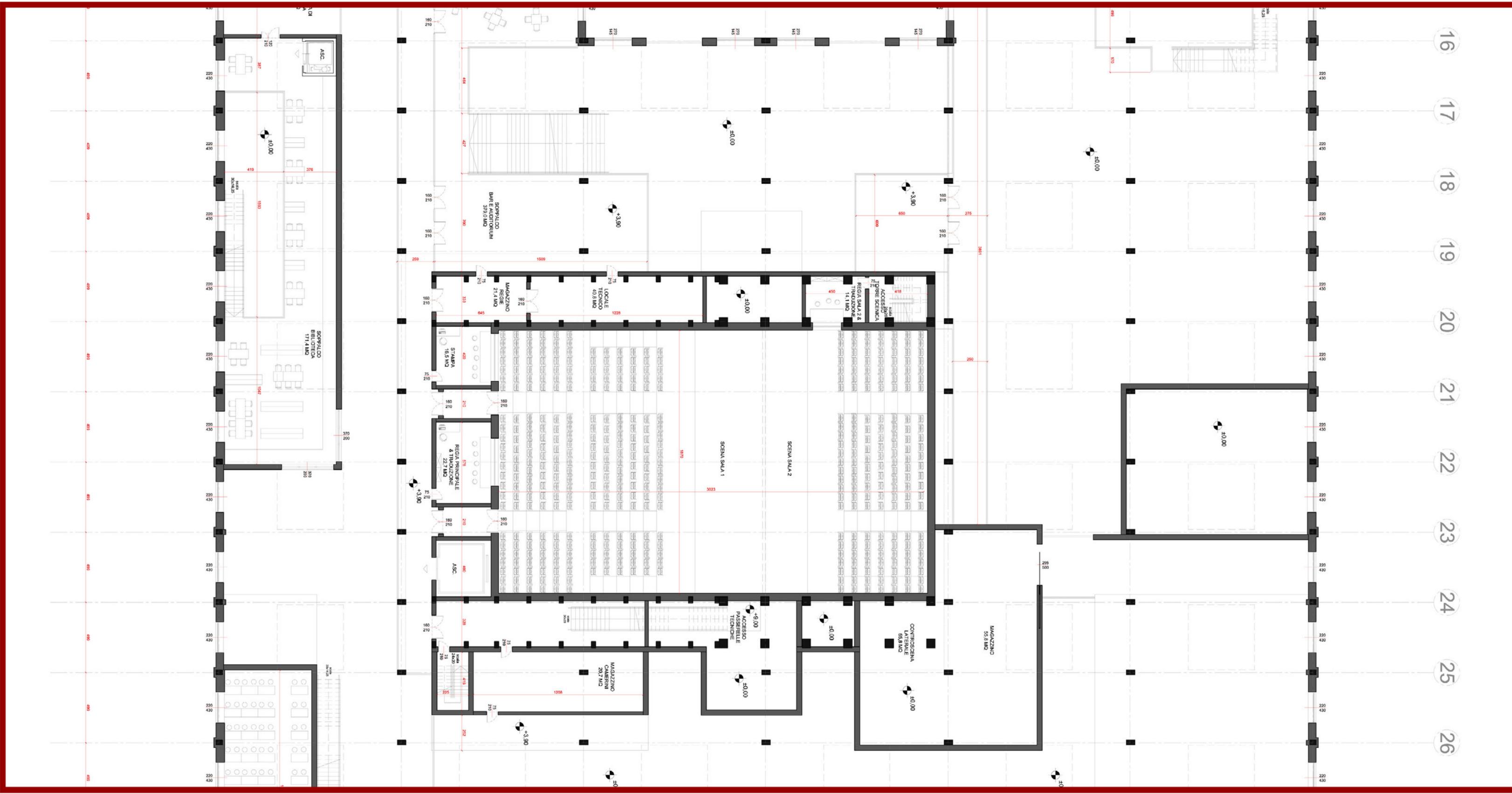
16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26



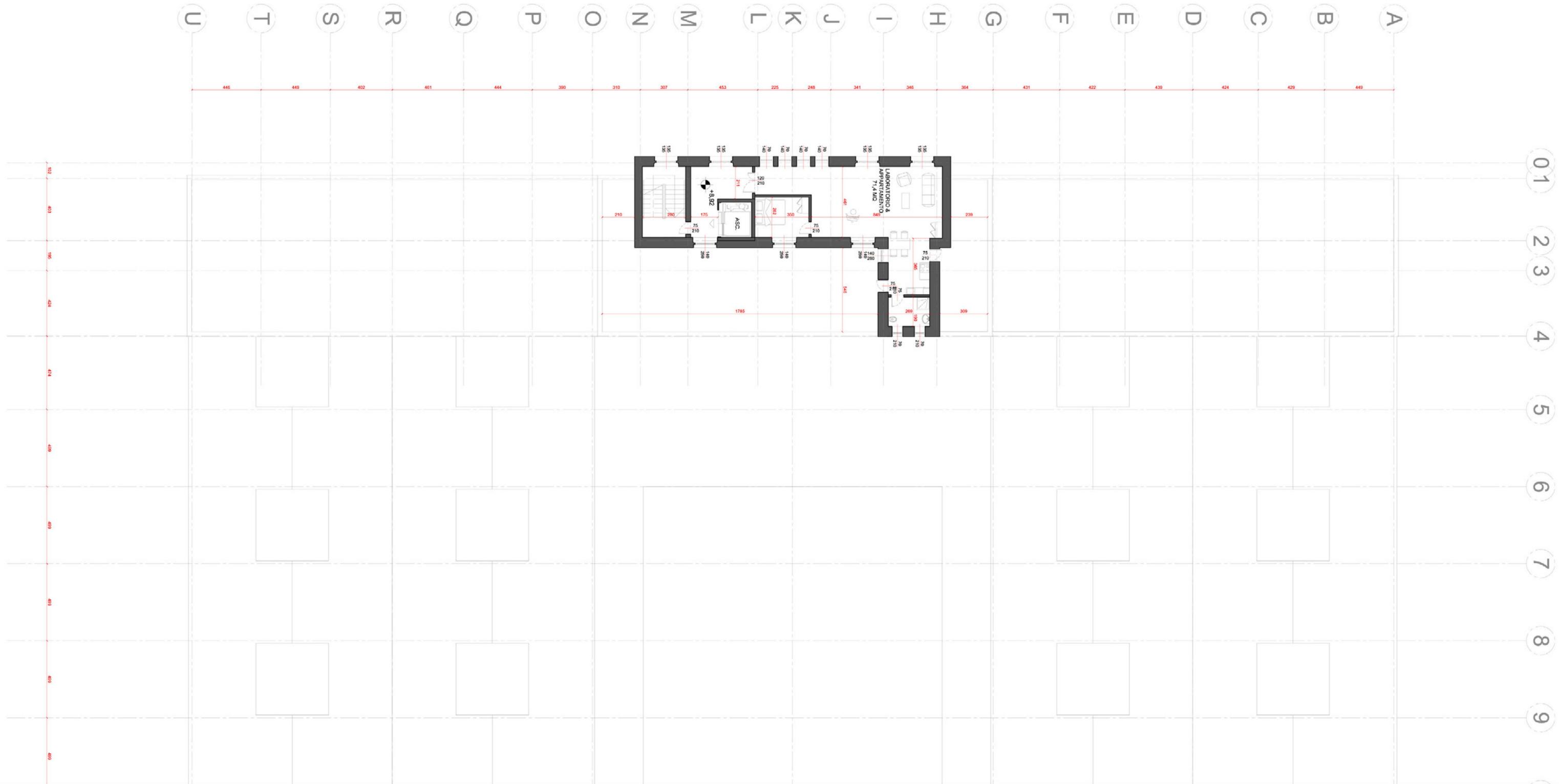




- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17



16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26



6.4 Scelte architettoniche

L'idea di base è quella di indicare chiaramente la differenza tra il nuovo e l'esistente. Questa volontà non mira soltanto a evidenziare la bellezza dell'edificio originario ma corrisponde anche a un approccio oggettivo del recupero. L'intervento non deve trarre in inganno l'osservatore cercando di replicare le cose vecchie.

Colori e forme

In questo spirito, i volumi creati nell'ambito dell'involucro preesistente mostrano un colore bianco puro che contrasta con la patina del tempo che copre gli elementi esistenti. Questa scelta porterà anche luminosità. Si giustifica dalla luce ineguale dell'Openspace.

Un massetto in cemento levigato grigio scuro riveste il pavimento. Gli zoccoli sono trattati nello stesso modo, così i volumi inseriti nel openspace sembrano molto leggeri, quasi in levitazione.

La geometria rettangolare risponde ai problemi tecnici e pratici creati dalla fabbrica esistente. Piuttosto che opporsi alla notevole regolarità della struttura, abbiamo cercato di cogliere l'occasione per progettare delle scatole modulari, flessibili e facili da montare. Queste scatole sono allineate su una maglia pensata per semplificare la connessione agli elementi esistenti. Inoltre, le forme ortogonali garantiscono la massima comodità d'uso.

Diversi procedimenti sono stati progettati per evitare la monotonia e animare lo spazio.

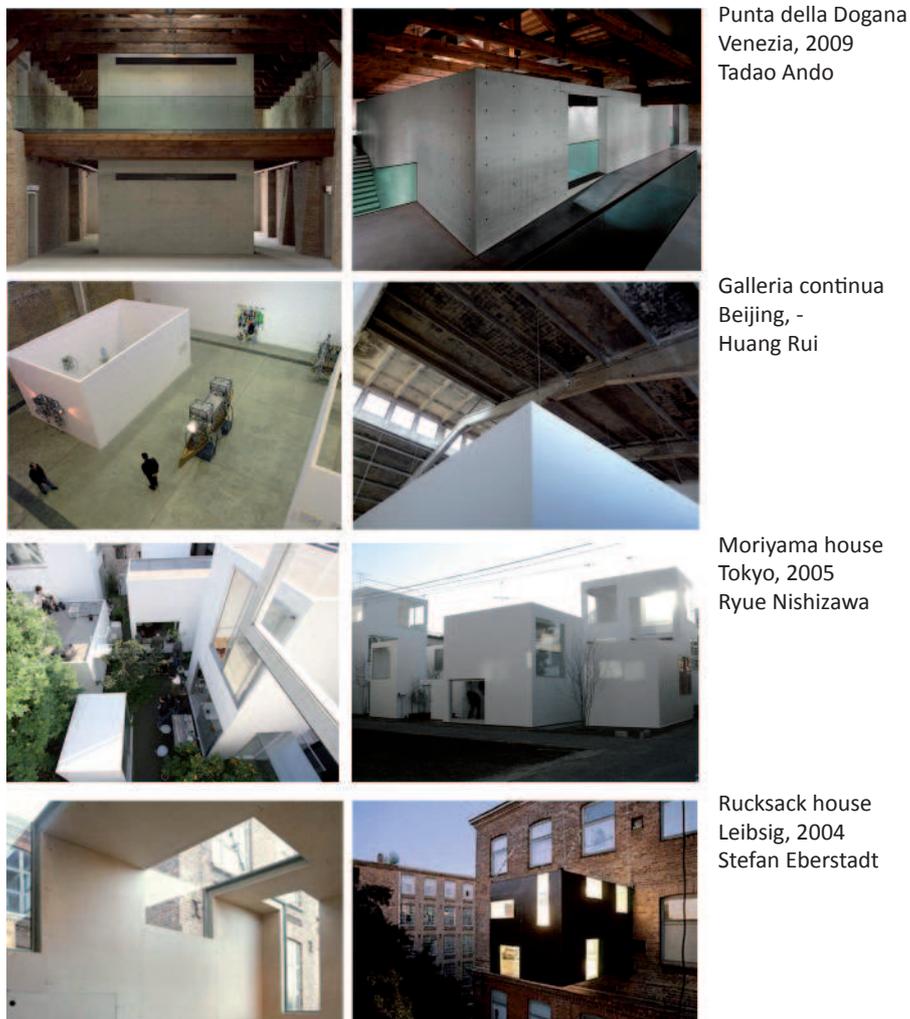
Le scale e le passerelle sono autoportanti. Possono quindi seguire un tracciato autonomo. Cambiando il punto di vista dell'osservatore, le passerelle offrono una migliore leggibilità dell'architettura dell'edificio. Rendono esplicito il concetto di "scatole nella scatola" e permettono un'osservazione ravvicinata delle capriate. Previste per essere appese, le passerelle sono state disegnate in appoggio a terra. Infatti, la sollecitazione strutturale delle capriate richiede delle indagini tecniche approfondite (sui ferri presenti negli elementi prefabbricati in cemento armato) che non esistono.



Figura 6.15 Esempi di passerella
1, 2, 3 - MACRO, Roma (Odile Decq)
4 - Uffici, Sassuolo (Guido Canali)

Le finestre delle scatole introducono sia una diversità tipologica che un tono decisamente moderno. Le loro forme abbandonano le posizioni e le dimensioni standard per favorire delle geometrie meno classiche come delle aperture d'angolo o delle finestre a nastro.

Figura 6.16 Riferimenti progettuali per le scatole



Per aiutare gli utenti ad appropriarsi dello spazio, si può immaginare di coinvolgerli nel disegno dei locali che occuperanno. L'idea consiste nell'estensione alla fase di progettazione architettonica del processo partecipativo che ha condotto alla definizione del programma.

Un'iniziativa del genere deve naturalmente concretarsi in un ambito ben preciso. La definizione di un tale "regolamento urbanistico" è pienamente coerente con il concetto di città interna. Le scatole devono ad esempio rimanere a dominanza bianca e utilizzare la tecnica costruttiva definita dall'architetto. Tuttavia è possibile farne un supporto creativo attraverso grafismi dipinti, elementi aggiunti o aperture originali.

Il tema del recupero richiede di orchestrare un dialogo tra l'antico e il nuovo. In questo contesto, il legno e l'acciaio appaiono come due materiali significativi. **I materiali**

L'acciaio evoca inevitabilmente l'attività passata dell'edificio. Tuttavia l'uso che ne viene fatto rimane moderato. Non volevamo riportare il visitatore alle difficili condizioni di vita dell'epoca ma piuttosto ricordare un'eredità che non deve essere dimenticata. L'utilizzo dell'acciaio unisce il simbolo con l'utilità. Le elevate prestazioni meccaniche consentono infatti di ottenere passerelle, scale e facciate vetrate di leggerezza incredibile.

Il legno ha un significato diverso. Si presenta come un materiale del futuro a causa della sua impronta ridotta sull'ambiente. Rappresenta una parte importante della costituzione delle scatole, ma rimane nascosto in modo da ottenere l'aspetto di oggetti neutri e puri. Il suo uso offre il vantaggio di un montaggio facile.

Il legno appare a vista diretta in due situazioni diverse : l'auditorium e l'openspace. Ognuno di questi usi sfrutta le proprietà acustiche del legno, ma con delle attuazioni proprie.

L'isolamento della parete perimetrale del fabbricato ci ha costretti a ridefinire il rivestimento interno. La scelta di utilizzare mattoni riciclati è stata scartata in modo da non creare "un falso antico muro". Si è deciso invece di utilizzare listelli di legno che mantengono l'aspetto pittorico del cotto: colori caldi e sfumati. I listelli sono grezzi così rimane sempre il contrasto tra le parti antiche e quelle create. Rivestono non solo le pareti laterali ma anche l'intradosso del tetto in modo di rafforzare la percezione dell'involucro esistente.

Il rivestimento dell'auditorium ha un aspetto moderno e innovativo, coerente con l'elemento architettonico che copre.

Il concetto di "scatola nella scatola" ha uno scarso impatto sull'aspetto esterno. Al contrario, mantiene la monumentalità dell'edificio storico. La "captatio benevolentiae" si trova più nel suggerimento che nella dimostrazione esplicita. **L'immagine esterna dell'edificio**

L'auditorium è l'unica scatola che trapassa il tetto. Segnala la presenza di un evento, ma solleva più domande che fornisce risposte. Per soddisfare la sua curiosità, il passante deve avventurarsi più avanti. Le porte sono l'unico intervento sulle facciate visibili dalla via *Ciro Menotti*. Focalizzano quindi tutta l'attenzione dei visitatori. La loro forma di arco simbolizza con una certa enfasi un passaggio verso un "altro mondo".

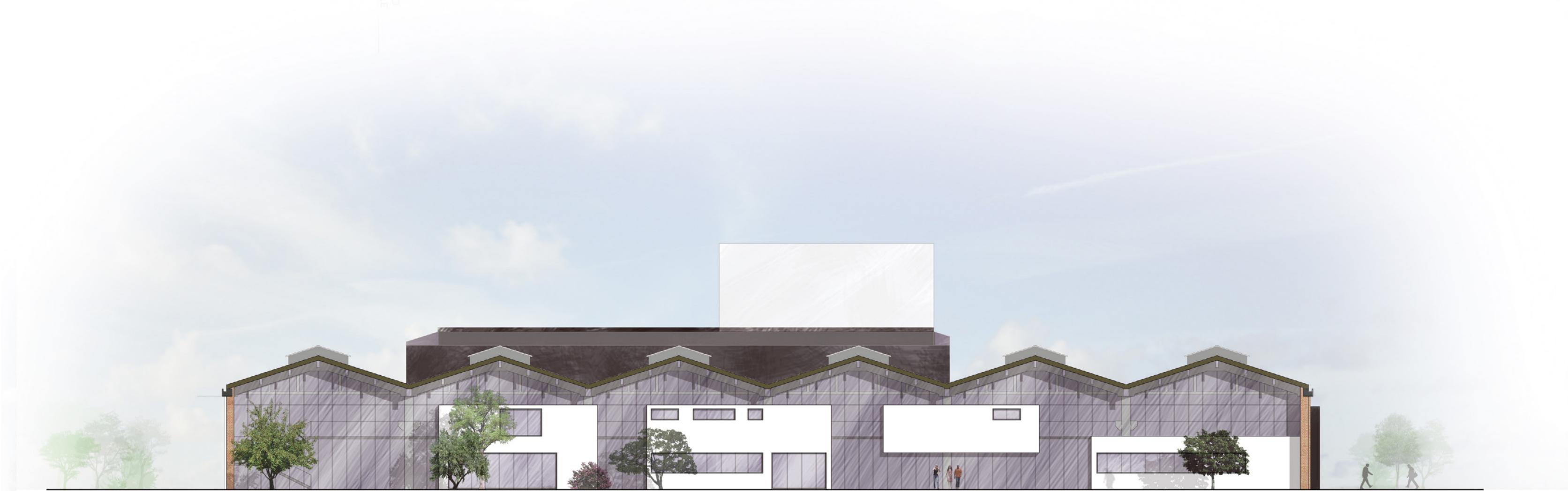
Il prospetto est rivela il segreto dell'edificio fornendo una vista diretta sull'organizzazione interna. Rivaluta quindi la parte la più isolata del terreno.

Figura 6.17 Riferimenti per la facciata Est

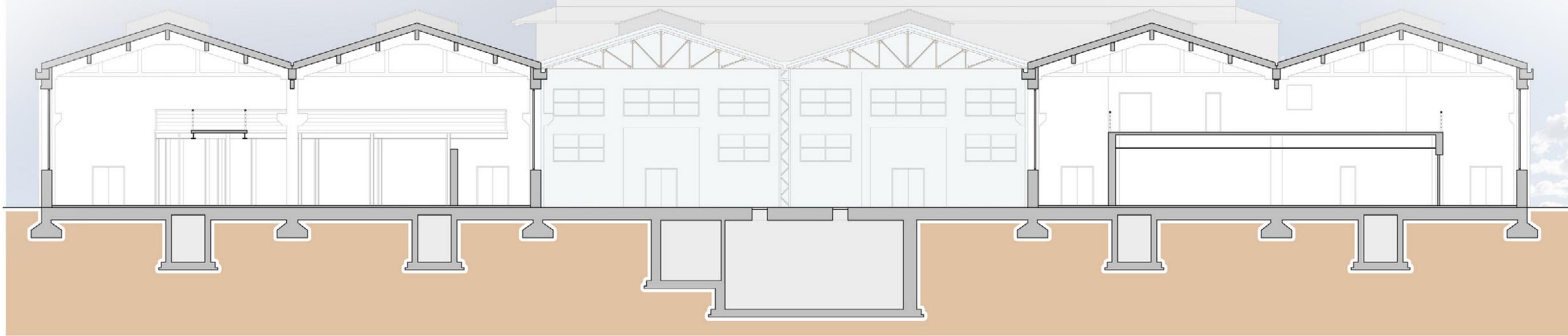
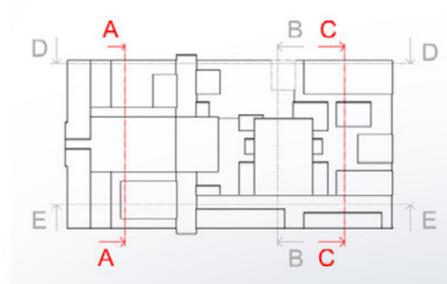


N°	Progetto	Commenti
1,2	MUSEUM OF TRANSPORT Zaha Hadid, Glasgow, 2010	Leggibilità dell'involucro.
3,4	JARDIM DI INFANCIA NBAA, Cacèm, 2006	Scatole che escono della facciata.
5	APPARTAMENTI WoZoCo MVRDV, Amsterdam, 1997	Idem.

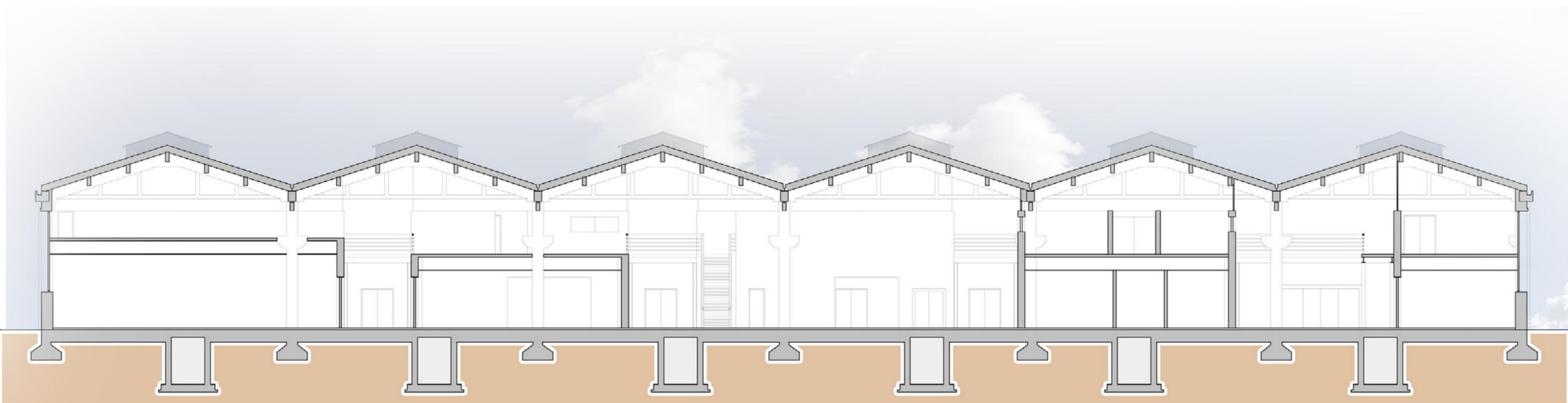




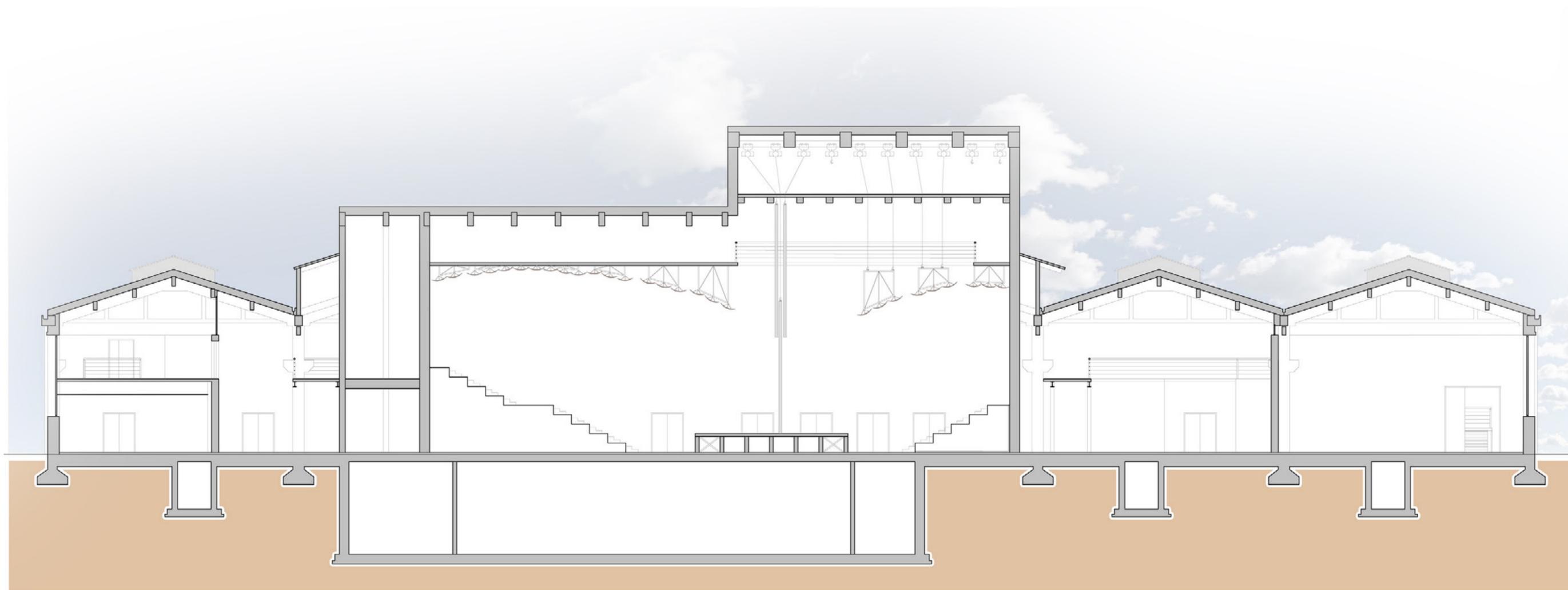
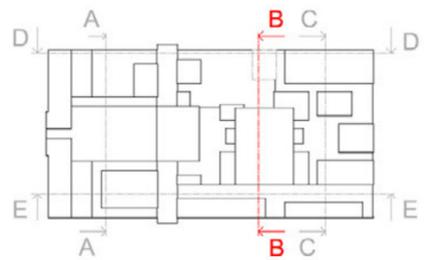


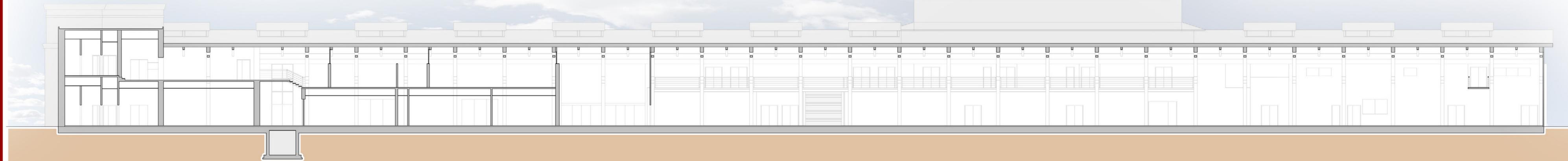
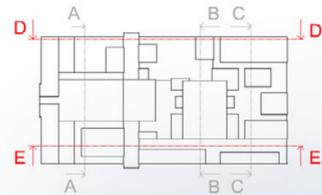


Sezione AA



Sezione CC





Sezione DD



Sezione EE

6.5 La flessibilità

Lo sviluppo di un progetto che può sopportare delle modifiche nell'uso degli spazi prende in conto una prospettiva di sviluppo sostenibile. Tuttavia può concretizzarsi soltanto in un ambito preciso del quale conviene chiarire i limitazioni.

La flessibilità costruttiva riguarda, prima tutto, le scatole. Vale a medio termine, per una durata da 5 anni oppure di più. La sua legittimità deriva anche da vantaggi immediati : un prodotto architettonico originale, una costruzione veloce e un intervento sul l'edificio esistente completamente reversibile.

Nella pratica, il nostro approccio è stato quello di costruire tutti i volumi introdotti nell'openspace da un modulo di base semplice che offre molteplici opportunità di montaggio. Questo modulo di base è un rettangolo di 2,1 m per 5 m in corrispondenza con la maglia strutturale del edificio esistente. La flessibilità deriva dal fatto che una scatola (fatta da un assemblaggio di moduli elementari) possa essere facilmente smontata o modificata. Tuttavia queste modifiche devono essere previsti e effettuati da aziende competente.

Flessibilità delle scatole

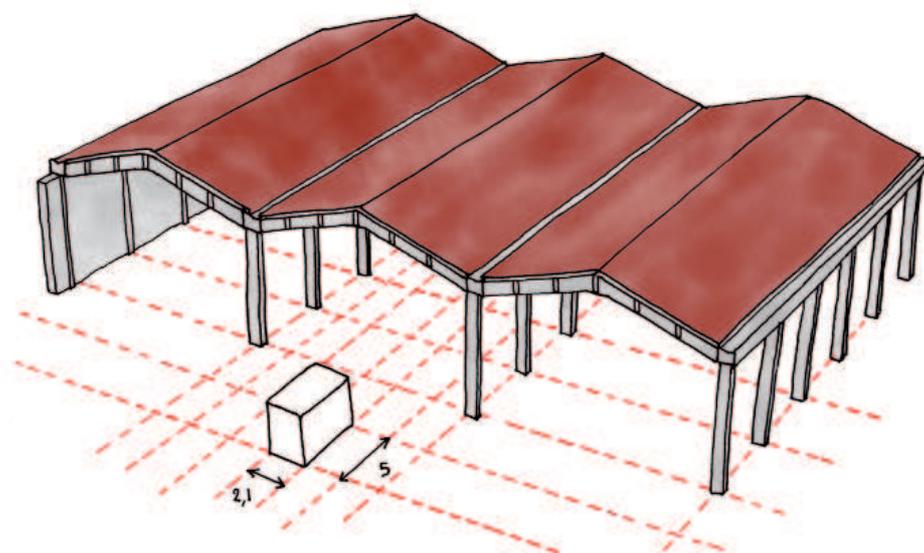


Figura 6.18
Maglia strutturale e
modulo elementare

La volontà di poter creare delle aperture con una geometria variabile a secondo degli usi impedisce di definire un catalogo esaustivo delle componenti. Nonostante la metodologia costruttiva è stata oggetto di uno studio approfondito in modo di procedere verso la standardizzazione degli elementi costruttivi.

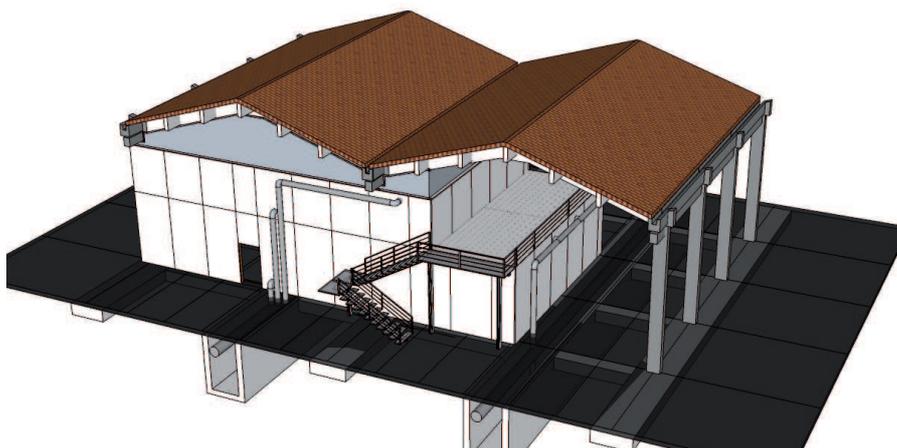
Abbiamo utilizzato esclusivamente tecnologie a secco e favorito l'utilizzo della prefabbricazione. Gestire il spostamento delle scatole ha richiesto un lavoro sostanziale sugli impianti. Per tenere la percezione visuale delle capriate, le

diverse reti sono interrato. I tubi di ventilazione divengono 'a vista' quando si raccordano sulle scatole. Questa scelta semplifica la geometria dei tubi ma ha anche un forte impatto architettonico. Dà un'identità all'intervento. Ricorda in modo sia elegante che pratico il passato industriale dell'edificio.

Tutti sottoterranei necessari per l'installazione e la manutenzione degli impianti evitano le fondazioni esistenti. Grandi gallerie si sviluppano al centro dei capannoni. Le unità di trattamento dell'aria e le altre macchine si trovano sotto l'auditorio o il cortile interno (luogo facile a scavare).

L'allineamento con una maglia strutturale prestabilita era necessario per facilitare il raccordo con la copertura esistente. Infatti, nei locali al primo piano, non esiste il soffitto. Una parete di vetro garantisce la chiusura termica e acustica della scatola. Questa scelta è stata ritenuta a causa della ridotta altezza dei capannoni. La presenza di un soffitto avrebbe creato problemi di manutenzione e di illuminazione.

Figura 6.19 Vista di una scatola



Flessibilità del auditorio L'auditorio è stato progettato per ospitare una vasta gamma di eventi. Questa versatilità si declina a vari livelli.

La sala ha due ingressi, uno accessibile dalla piazza centrale, l'altro dalla facoltà. Può essere divisa in due sale più piccole, mantenendo il doppio accesso. La separazione avviene per mezzo di un parete mobile nascosta nella torre scenica.

Le due sale ottenute attraverso il partizionamento interno non hanno la stessa dimensione. La più grande può ospitare 282 persone sedute, mentre le più piccole 175. I gradini e la scena sono retrattili. Questa libertà consente di disporre dell'intera superficie della sala per organizzare, ad esempio, ricevimenti o serate di gala.

La combinazione di gradini retrattili e della parete mobile garantisce una versatilità molto importante. La figura sottostante mostra alcune delle configurazioni possibili.



Figura 6.20
Gradini retrattili



Figura 6.21
Esempi di configurazioni possibili per l'auditorio

configurazione 1
CONFERENZA

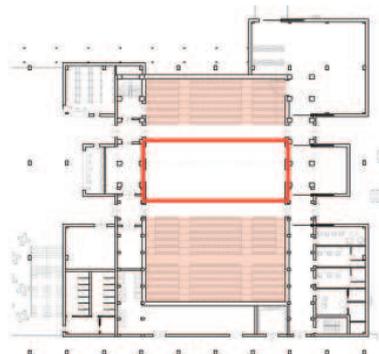
MURO MOBILE : chiuso
GRADINI NORD : aperti

175 / 282

configurazione 2
RICEVIMENTO

MURO MOBILE : chiuso
GRADINI NORD : chiusi

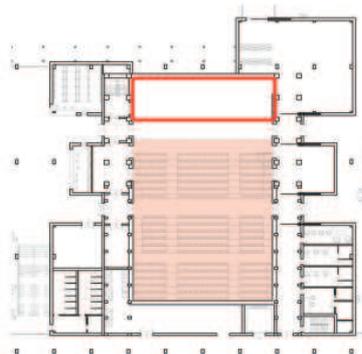
300 / 282



configurazione 3
CONCERTO

MURO MOBILE : aperto
GRADINI NORD : aperti

175 + 282



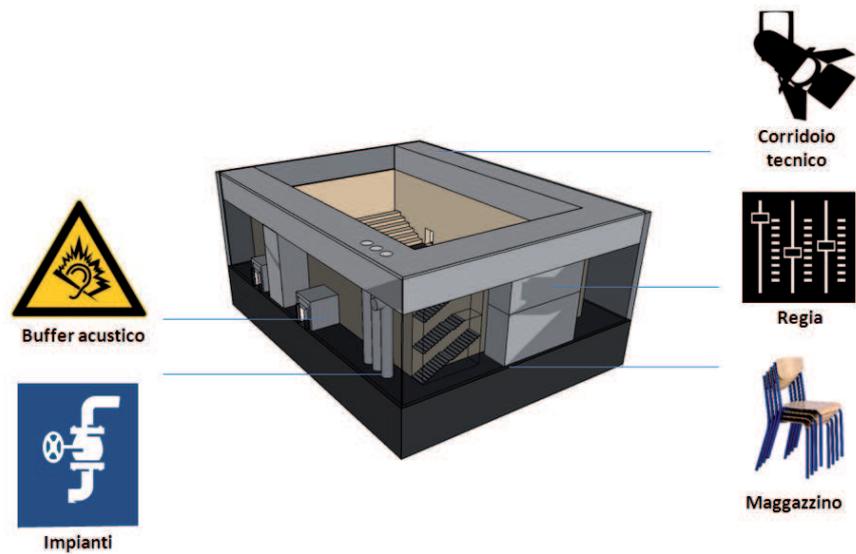
configurazione 5
TEATRO

MURO MOBILE : aperto
GRADINI NORD : chiusi

457

La modularità si ripercuota dietro le quinte. Per facilitare il lavoro dei tecnici, un involucro tecnico circonda la sala principale. Questo spazio periferico di 3 metri di larghezza ospita circolazioni verticali e orizzontali che consentono l'accesso ai proiettori e alle macchine sceniche. Accoglie anche le regie e gli impianti (elettricità e ventilazione). Ha infine un ruolo acustico in quanto crea un spazio buffer con l'openspace circostante.

Figura 6.22 L'involucro tecnico dell'auditorio



6.6 Verifiche delle normative

Accessibilità

Le verifiche sono state fatte in base al DM LLPP del 14 giugno 1989 n.236. I dati utili per il progetto sono presente negli articoli 8 e 9. Le principali specifiche funzionali e dimensionali applicate al nostro edificio possono essere riassunte come segue:

Riassunto degli articoli relativi all'accessibilità

- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra con sedia a ruote: Gli spazi di manovra devono consentire determinati spostamenti alla persona su sedia a ruote.
- Paragrafo 8.1.1. Porte: La luce netta della porta di accesso all'edificio deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm. Gli spazi antistanti e retrostanti la porta devono essere dimensionati nel rispetto dei minimi previsti.

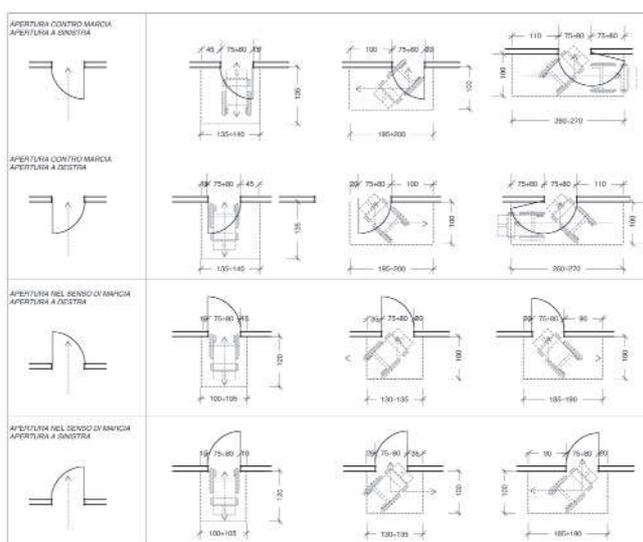


Figura 6.23
Caratteristiche geometriche delle porte

- Paragrafo 8.1.6. Servizi igienici: Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2, l'accostamento laterale alla tazza w.c., bidè, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo. Le caratteristiche geometriche sono riassunte nella figura seguente.

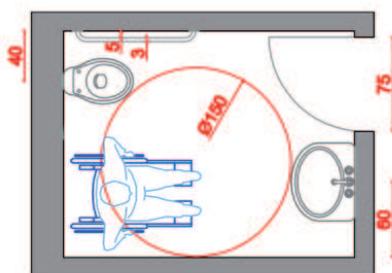
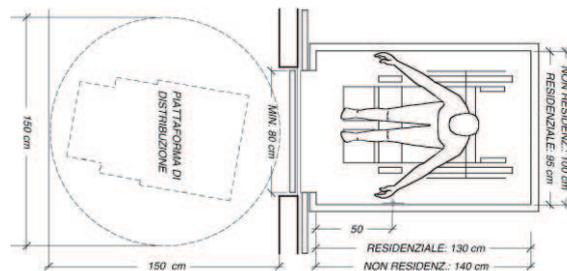


Figura 6.24
Caratteristiche geometriche di un bagno adatto ai disabili

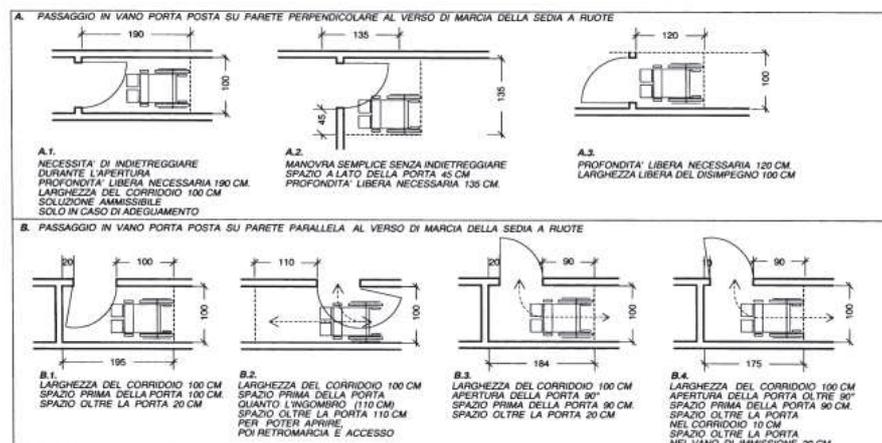
- Paragrafo 8.1.9. Percorsi orizzontali e corridoi: La larghezza minima è di 100 cm. Si deve prevedere allargamenti ogni 10 m di sviluppo lineare per consentire l'inversione di marcia da parte di persona su sedia a ruote.
- Paragrafo 8.1.10 Scale: Le scale ad uso pubblico devono avere una larghezza minima di 1,20 m e una pendenza limitata e costante per l'intero sviluppo della scala. I gradini devono essere caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata: $62 \text{ cm} < p+2.h < 64 \text{ cm}$.
- Paragrafo 8.1.11. Rampe: La larghezza minima di una rampa deve essere di 1,50 m per consentire l'incrocio di due persone, oppure 90 cm per consentire il transito di una persona su sedia a ruote. La pendenza delle rampe non deve superare l'8%. Ogni 10 m deve essere presente un ripiano orizzontale.
- Paragrafo 8.1.12 Ascensore: La cabina deve essere di dimensioni minime 1,40 m x 1,10 m. La luce della porte deve essere di almeno 80 cm e posta sul lato corto. Infine, la piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina è di 1,50 x 1,50 m. Le dimensioni sono riassunte nello disegno seguente.

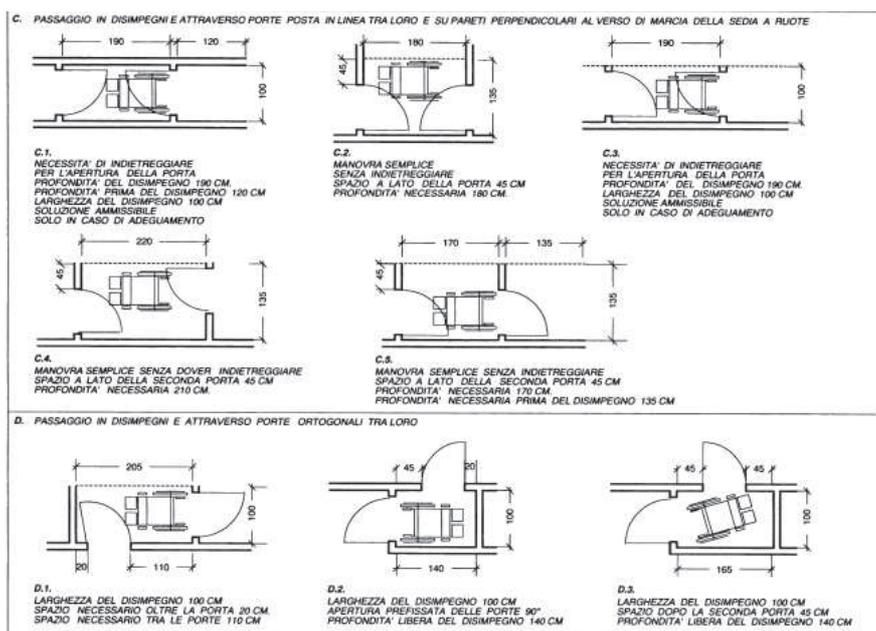
Figura 6.25
Caratteristiche
geometriche di un
ascensore adatto ai
disabili



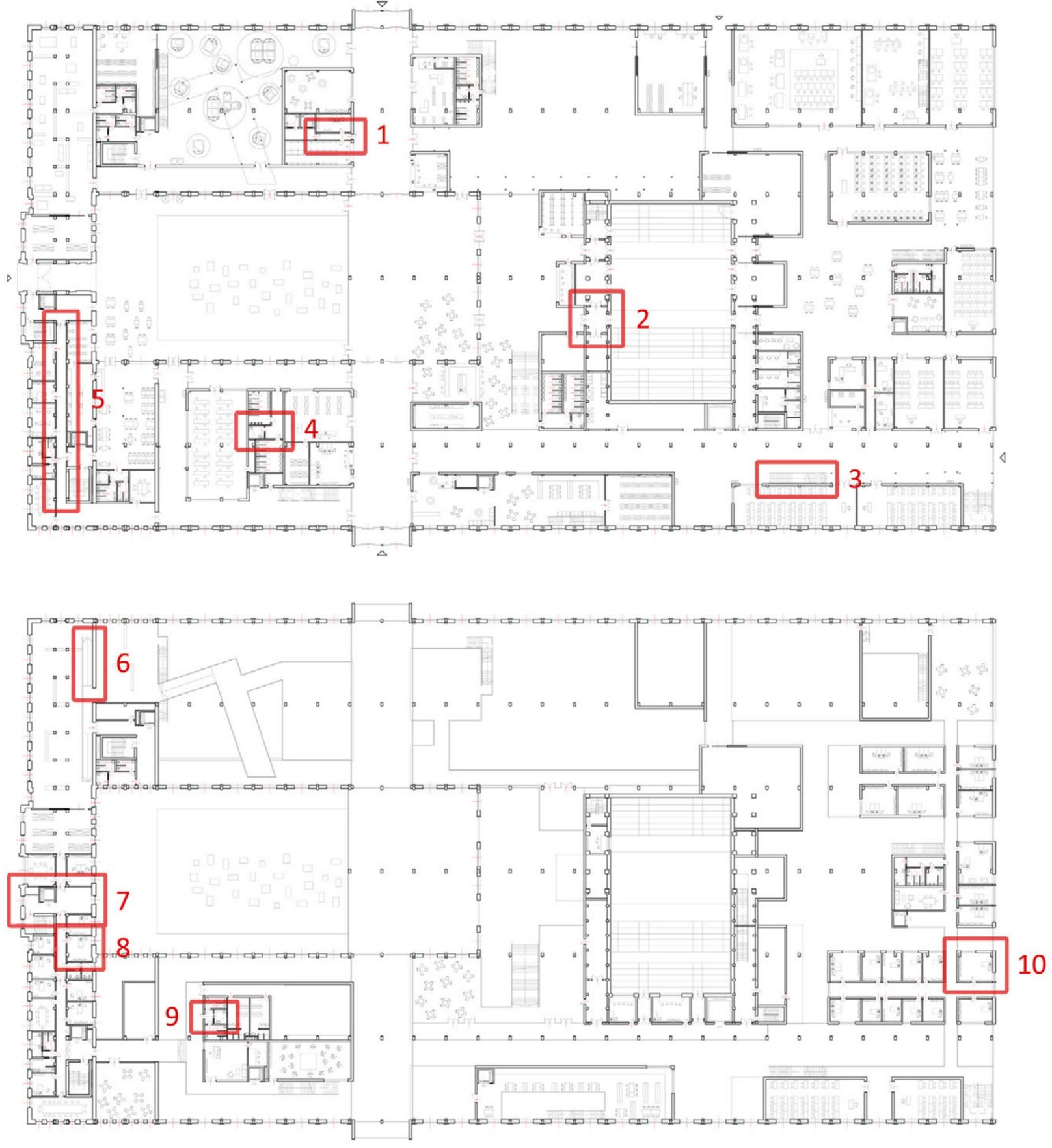
- Paragrafo 9.1.1. Percorsi orizzontali: Diversi casi descrivono le dimensioni minimi ad avere per assicurare il passaggio in vano porta su sedia a ruote.

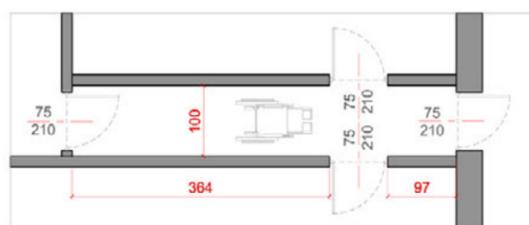
Figura 6.26
Caratteristiche
geometriche dei percorsi
orizzontali





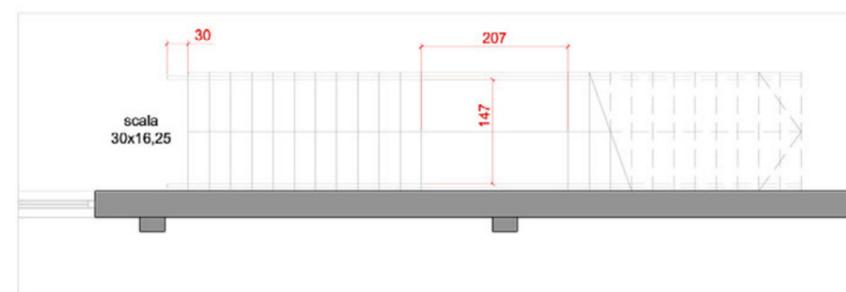
Le zone caratteristiche relative all'accessibilità nel progetto sono state isolate e vengono verificate secondo le norme sopra riassunte. Seguono in allegato le piante raggruppando le diverse zone nonché le zone a scala più grande con le quote che permettono le verifiche.





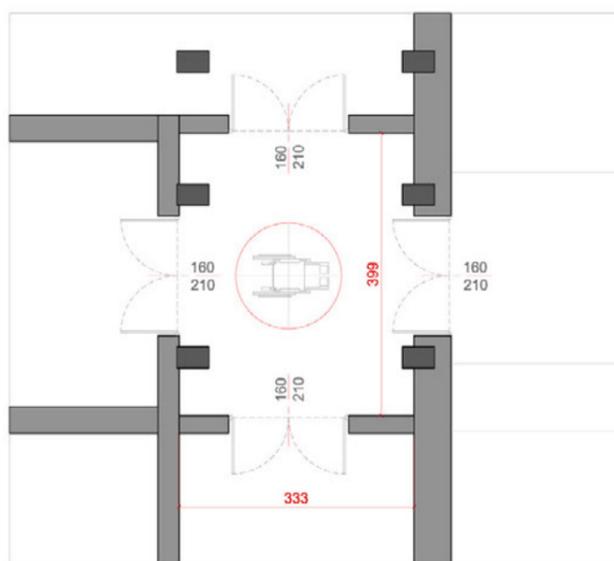
1

- Paragrafo 9.1.1. Percorsi orizzontali: casi A1 e B3



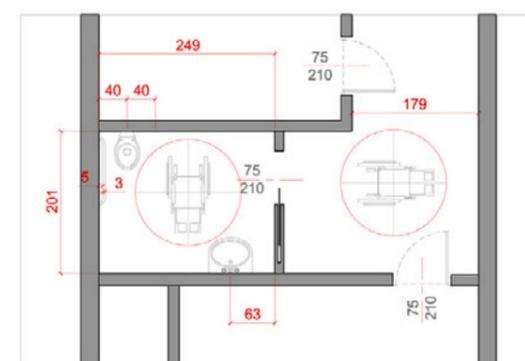
3

- Paragrafo 8.1.10. Scale



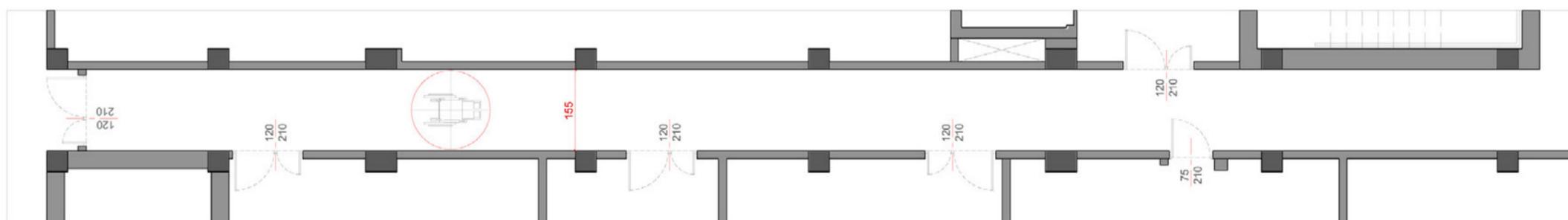
2

- Paragrafo 9.1.1. Percorsi orizzontali: caso C5
- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra



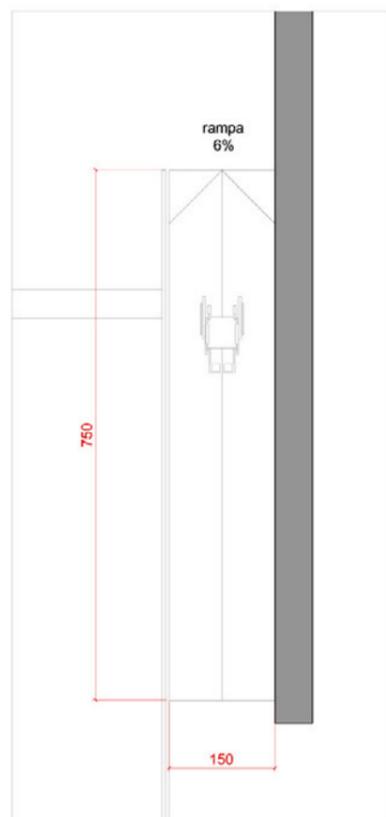
4

- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra
- Paragrafo 8.1.6. Servizi igienici



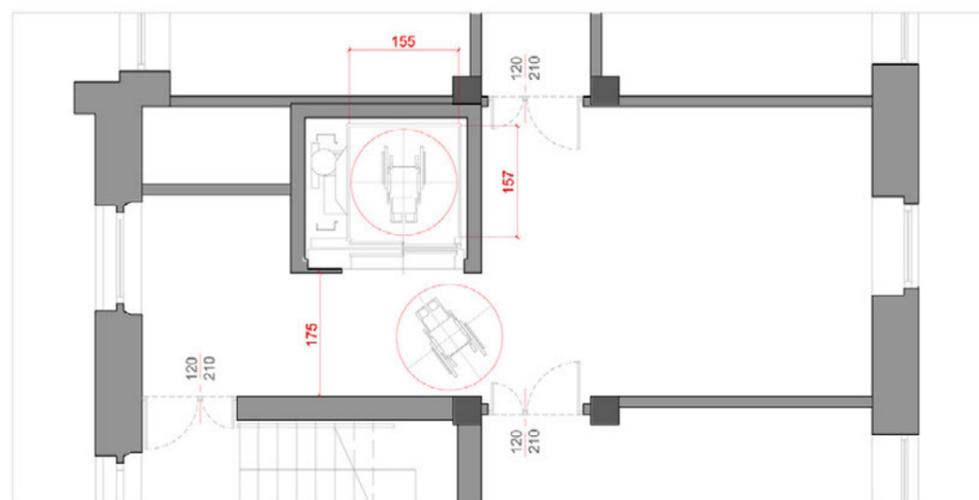
5

- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra
- Paragrafo 8.1.9. Percorsi orizzontali e corridoi
- Paragrafo 9.1.1. Percorsi orizzontali: casi A3, B1 e B3



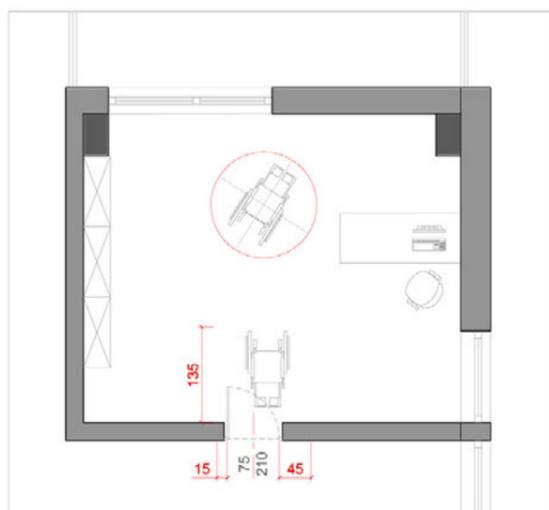
- Paragrafo 8.1.1. Rampe

6



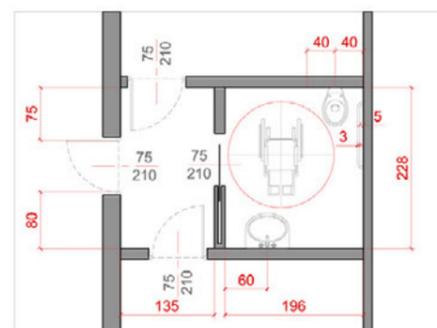
- Paragrafo 8.1.12. Ascensore
- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra

7



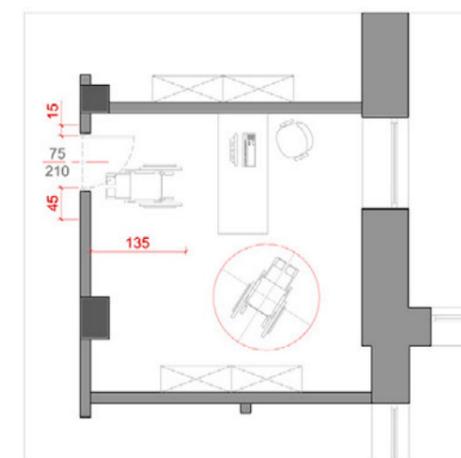
- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra
- Paragrafo 8.1.1. Porte
- Paragrafo 8.1.4. Arredi fissi

10



- Paragrafo 8.1.6. Servizi igienici

9



- Paragrafo 8.0.2. Spazi di manovra
- Paragrafo 8.1.1. Porte
- Paragrafo 8.1.4. Arredi fissi
- Paragrafo 9.1.1. Percorsi orizzontali: caso B1

8

Antincendio

Le verifiche sono state fatte in base al DM del 10 marzo 1998. Il progetto rappresenta il caso particolare di essere un edificio pubblico destinato a contenere musei e mostre. Si applica quindi anche il DM del 20 maggio 1992 n.569 che aggiunge delle condizioni di verifiche antincendio per questi casi.

L'edificio può essere classificato come luogo di lavoro a rischio di incendio medio. A partire di questo si definiscono diversi criteri di sicurezza da rispettare nel progetto:

Riassunto degli articoli relativi all'antincendio

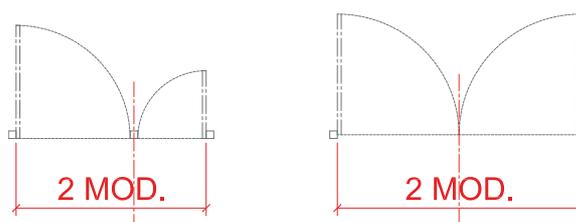
- Vie di uscita: ciascuna deve essere indipendente dalle altre; la lunghezza dei percorsi per raggiungere la più vicina uscita non deve essere superiore a 30 - 45 m; la larghezza non deve essere inferiore a 90 cm.
- Numero e larghezza delle uscite di piano: al primo piano, basta un modulo ogni 50 persone presenti (affollamento); per i piani superiori, questo valore diventa 37,5 pers./modulo; l'affollamento dei piani superiori si aggiunge all'affollamento del piano considerato.
- Numero e larghezza delle scale: le stesse regole che per le uscite di piano sono valide per le scale.
- Porte installate lungo le vie di uscita: devono aprirsi nel verso dell'esodo se l'area servita ha un affollamento superiore a 50 persone o se è situata al piede o vicino al piede di una scala.
- Allarme: il sistema deve essere di tipo elettrico e il segnale deve essere udibile chiaramente in tutto il luogo
- Attrezzature di estinzione degli incendi: deve essere presente almeno uno estintore di classe 13A per ogni 150 mq di superficie di pavimento.

Si precise nel DM del 20 maggio 1992 che se non è possibile rispettare le caratteristiche riguardanti l'affollamento delle persone e le vie d'esodo, si deve procedere a una riduzione dell'affollamento con sistemi che controllano il flusso di visitatori in entrata e in uscita.

Oltre a contenere zone di musei, l'edificio possiede la particolarità di avere grandi dimensioni. Costituisce la propria difficoltà per il procedimento delle verifiche antincendio. E stato quindi scelto di dividere questo grande spazio in compartimenti di superficie massima 2,000 mq. I muri che dividono queste aree devono essere tagliafuoco con un minimo di REI 120. Così ogni porta tra due compartimenti può essere considerata come uscita di sicurezza. Queste porte, numerose, portano il valore del deflusso alto. Quindi diventa fondamentale il rispetto delle lunghezze di uscita piuttosto che il numero di moduli che nella maggior parte dei compartimenti sarà più grande del normale.

Particolarità del progetto

Figura 6.27 Dimensioni delle porte

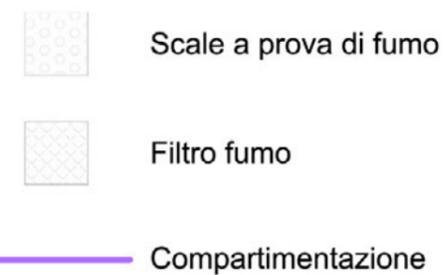
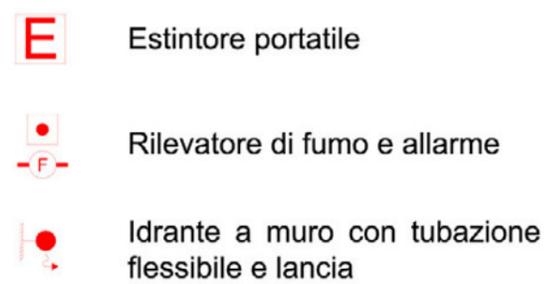
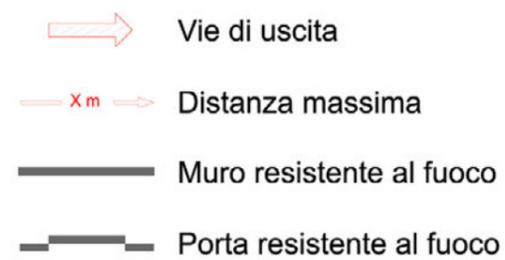


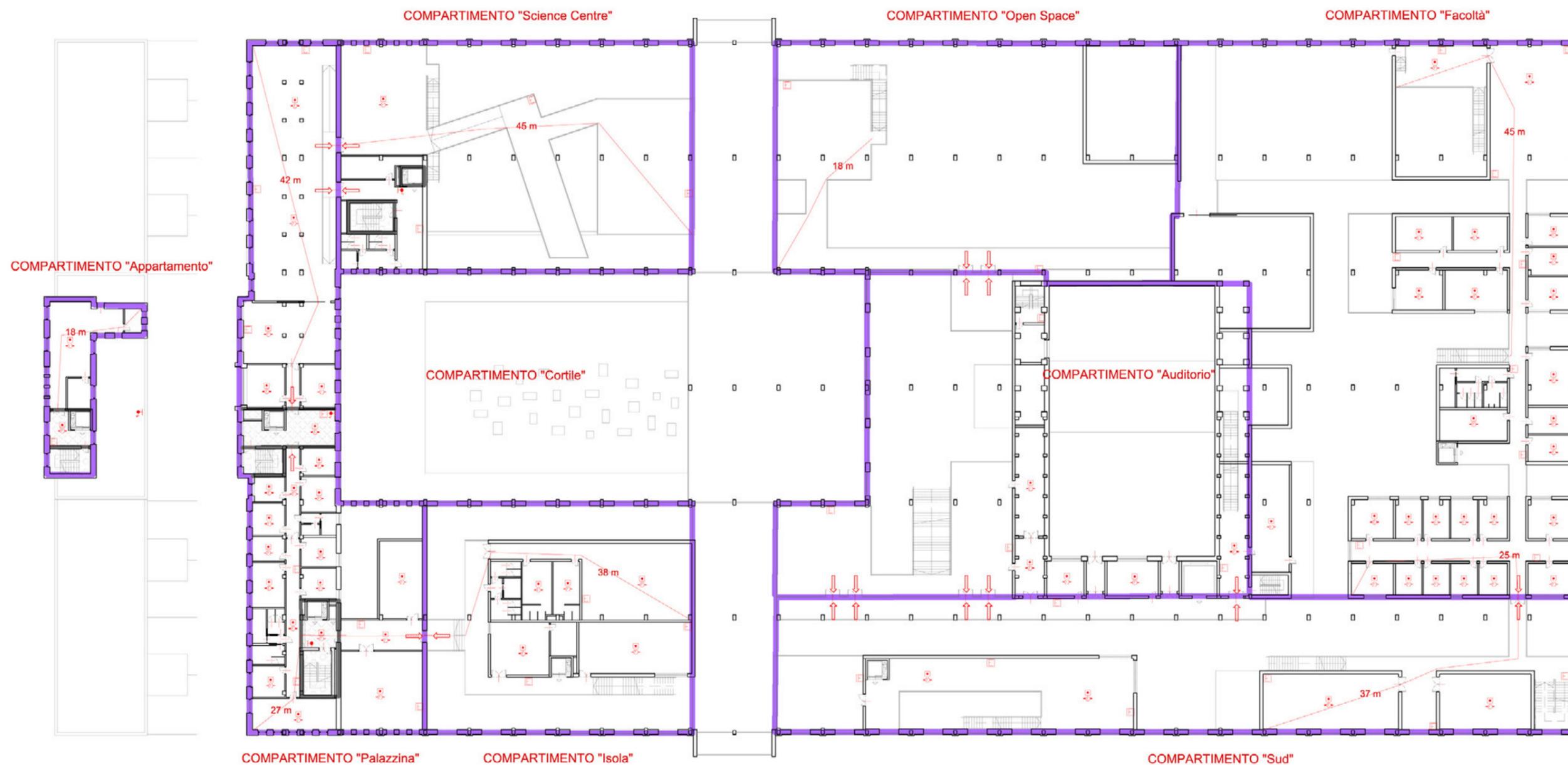
I dati vengono riportati in tabella raggruppando i valori d'affollamento e il numero di moduli necessari per ogni area e ogni piano di queste aree.

Tabella 6.1 Riassunto delle caratteristiche delle zone

Compartimento	Piano	Affollamento	Moduli
Appartamento	2	7,14	0,2
Palazzina	1	221,4	5,9
	0	216,2	4,3
Facoltà	1	54,5	1,5
	0	444,6	8,9
Sud	1	112,4	3,0
	0	249	5,0
Science Centre	1	160	4,3
	0	308,8	6,2
Open Space	1	100	2,7
	0	354,3	7,1
Isola	1	154,4	4,1
	0	179,9	3,6
Auditorio	1	115	3,1
	0	736,6	14,7

Si verifica grazie alle tavole in allegato che il numero di moduli esistenti è superiore a quello necessario. Queste tavole riassumono anche le misure di sicurezza antincendio e le attrezzature di allarme e estinzione.





- Vie di uscita
- Distanza massima
- Muro resistente al fuoco
- Porta resistente al fuoco

- Estintore portatile
- Rilevatore di fumo e allarme
- Idrante a muro con tubazione flessibile e lancia

- Scale a prova di fumo
- Filtro fumo
- Compartimentazione

Capitolo 7

Il progetto tecnologico

Il progetto tecnologico costituisce il vincolo esistente fra Architettura e Ingegneria, entrando nel dettaglio degli elementi del progetto, verificando le loro prestazioni e analizzando il metodo di messa in opera. Dopo aver presentato quale è la logica tecnologica globale, non dimenticando le scelte architettoniche, vengono descritte le chiusure e le partizioni principali.

Infine è presentata la strategia di progetto per ogni macroarea nella quale si suddivide tramite i dettagli costruttivi.

7.1 Le scelte generali

Tecnologia stratificata a secco e materiali ecosostenibili

7.2 Schede delle verifiche prestazionali

Presentazione delle stratigrafie del progetto

7.3 La strategia di riqualificazione dell'esistente

Ricostruzione e riqualificazione del corpo fabbrica e della palazzina

7.4 La doppia pelle dell'auditorium

Valore strutturale e di comfort della cinta tecnica dell'auditorium

7.5 Strategia innovativa e adattativa delle scatole

Metodi costruttivi delle scatole e raccordo con l'esistente

7.1 Le scelte generali

La tecnologia stratificata a secco è stata scelta per la sua semplicità d'installazione in cantiere, la sua durabilità e il suo controllo ottimale del comfort degli spazi. I materiali usati sono stati selezionati per le loro prestazioni ambientali: sono sostenibili dalla loro produzione al loro uso. Abbiamo quindi cercato di usare dei materiali ecosostenibili, i cui produttori erano a distanza ridotta dalle Fonderie Riunite per ridurre l'energia "grigia" consumata. Con lo scopo di ridurre al massimo l'impatto ambientale dell'intervento ci siamo messi in una posizione contrastante rispetto alla funzione inquinante passata delle fonderie.

Tecnologia stratificata a secco e materiali ecosostenibili

Il metodo costruttivo scelto ha una struttura principalmente in legno, per le sue prestazioni ambientali e di comfort, e con alcuni dettagli di acciaio, per richiamare la funzione passata dell'edificio e per le sue prestazioni strutturali avanzate. Il legno è usato in diverse forme:

La struttura in legno

- il lignum K, pannello strutturale isolato prefabbricato è stato scelto per edificare le "scatole". Questa tecnologia sfrutta il concetto di prefabbricazione, il suo costo ridotto e la sua semplicità di montaggio, ma viene trasportato in cantiere sottoforma di elementi rettilinei da incastrare. Questo consente una logistica di trasporto più semplice e una certa adattabilità al cantiere. Le sue prestazioni strutturali permettono l'uso di questa tecnologia sia per le pareti sia per i solai. La lana di roccia costituisce la sua parte isolante. Il Lignum K è il materiale strutturale più usato nel progetto. L'azienda produttrice del Lignum K, Habitat Legno, è situata a Edolo (provincia di Brescia, 250km di Modena).



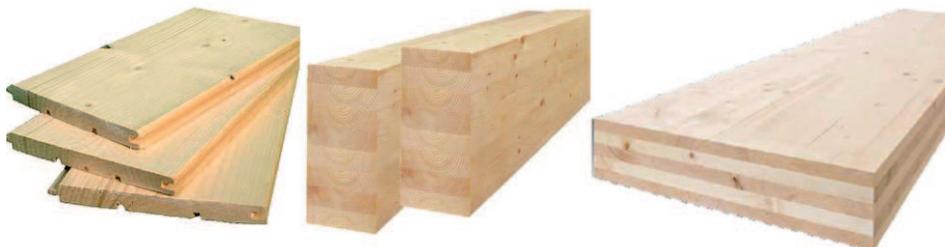
Figura 7.1 Elementi di Lignum K e spaccato tipo

- il pannello "cross plan" è usato quando il peso della struttura oppure le sue prestazioni portanti prevalgono sull'aspetto dell'isolamento termico. E' un elemento di legno massiccio con una struttura a lamelle incrociate: alternano le lamelle con le fibre perpendicolari al flusso e quelle con le fibre parallele al flusso. Questo consente un'ottima resistenza strutturale in tutte le direzioni.

- la tecnologia "incollata" è stata usata per le travi e i pilastri, perché garantisce delle prestazioni strutturali di alta qualità. Questi elementi di legno lamellare

incollato sono descritti più precisamente nel progetto strutturale, al capitolo 9.
 - quando non è consentito uno spessore importante o i requisiti strutturali sono più bassi si usano semplici tavolati di legno di abete.

Figura 7.2 Elementi strutturali in legno:
 1. tavolato in abete
 2. pilastri in legno lamellare incollato
 3. pannello cross plan



La strategia dell'isolamento termico

Oltre la struttura, l'isolamento è l'altro elemento rilevante nella tecnologia stratificata a secco. La strategia termica globale è quella di considerare l'esistente come una pelle che protegge dall'esterno dentro la quale si edifica una sorta di città costituita di edifici a funzionamento indipendente. L'idea è, quindi, di mantenere una temperatura ottimale di comfort nelle scatole e una sensazione di calore negli spazi aperti. Per questo motivo, abbiamo scelto un sistema di riscaldamento a pavimento: l'approfondimento del sistema è stato trattato nel progetto impiantistico, al capitolo 8. L'idea di "buffer termico" creato dagli spazi aperti e il requisito di comfort minimo di questi spazi impongono l'isolamento di tutto l'involucro esistente. La differenza di temperatura tra l'open-space e le scatole (considerato tra 5 a 10°C) ci impone anche l'introduzione di uno strato di isolamento nelle stratigrafie delle scatole. Per questo motivo abbiamo scelto un isolamento termico pari alla normativa italiana del DM 26 gennaio 2010, presentata alla tabella NUMERO. La normativa applicata alle strutture opache è stata seguita sia per l'involucro esterno sia per quello delle scatole. In questa logica, il risparmio energetico effettivo per il controllo degli spazi funzionali (scatole) sarà alto e un certo livello di comfort sarà garantito negli spazi aperti "poco riscaldati".

Tabella 7.1 Riassunto dei requisiti di trasmittanza termica (DM 26 gennaio 2010)

Zona climatica	strutture opache verticali	strutture opache orizzontali o inclinate		Chiusure apribili e assimilabili (**)
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,54	0,32	0,60	3,7
B	0,41	0,32	0,46	2,4
C	0,34	0,32	0,40	2,1
D	0,29	0,26	0,34	2,0
E	0,27	0,24	0,30	1,8
F	0,26	0,23	0,28	1,6

(*) Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno

(**) Conformemente a quanto previsto all'articolo 4, comma 4, lettera c), del decreto Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59, che fissa il valore massimo della trasmittanza (U) delle chiusure apribili e assimilabili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, comprensive degli infissi."

L'isolamento termico e acustico a base di legname

Per proseguire il discorso iniziato con le scelte strutturali, la scelta di tipologie di isolante a base di legname risulta essere la scelta migliore. Ma più che una semplice logica progettuale, questo tipo d'isolamento costituisce un'ottima risposta ecologica a dei requisiti di comfort maggiori. Un paragone delle differenti soluzioni isolanti è presentato alla tabella 7.2

Isolation	valeur isolante	Durabilité	Comportement incendie	Toxicité en œuvre	perméabilité à la vapeur d'eau	capacité absorption d'eau	Prix	Total
Isolants en vrac (pour isolation ou désaerage)								
Liège expansé	5	5	2	3	5	4	2	26
granule de chanvre	4	5	2	3	5	4	3	26
granules chanvre bitumé	1	5	2	2	5	3	1	19
laine de cellulose	5	4	2	3	5	5	3	27
Laine de lin ou chanvre	5	4	2	3	5	4	2	25
Laine de mouton	5	5	2	2	5	5	2	26
argile expansée	2	5	5	3	4	4	2	25
Perlite ou vermiculite	3	5	5	3	4	3	2	25
Perlite/vermiculite bitumée/siliconée	3	5	2	2	2	3	1	18
Laine minérale avec pare vapeur	5	4	2	1	1	1	5	19
Polystyrène	5	2	1	1	1	1	5	16
Isolation								
Panneaux rigides								
Liège expansé	5	5	2	3	4	4	1	24
Laine de bois	5	4	2	3	5	5	2	26
Laine de cellulose	5	4	2	3	5	5	2	26
Laine minérale	5	4	4	2	1	1	5	22
Pan. Semi-rigide ou souple								
Laine de cellulose	5	4	2	3	5	5	3	27
Laine de lin ou chanvre	5	4	2	3	5	4	2	25
Laine de coton	5	4	2	3	5	4	1	24
Laine de mouton	5	4	2	3	4	5	2	25
Laine de coco	4	4	2	3	4	4	2	23
Laine minérale avec pare vapeur	5	2	4	2	1	1	5	20

Tabella 7.2 Valutazione delle differenti soluzioni d'isolamento termico:
 5: Molto buono
 4: Buono
 3: Discreto
 2: Medio
 1: Mediocre

Da questa tabella si può dedurre la scelta preferenziale dei materiali d'isolamento, per le loro prestazioni globali e per il loro impatto ambientale:

Scelta dei componenti

- fibre di cellulosa: ottimo bilancio ambientale globale, inerzia termica, isolamento acustico e costo ridotto
- fibre e lana di legno: diversità delle soluzioni tecniche, contro l'effetto serra
- sughero: alte prestazioni ambientali, acustiche e di permeabilità al vapore, di tenuta lunga nel tempo, pero costo alto
- lana di roccia: un costo basso, tossicità nulla quando non viene tagliato

Il fornitore scelto per tutti questi materiali elencati è Celenit, specializzato in soluzioni innovative e naturali d'isolamento. L'azienda è situata a Onara di Tombolo (provincia di Padova, meno di 200km di Modena). In particolare i componenti usati sono:

- pannelli rigidi "L3" in lana di roccia, incollato a "sandwich" tra due lastre in lana di legno di abete, mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza. Buone prestazioni d'isolamento acustico e termico. Possibilità di preaccoppiarli con una lastra antincendio. Diversi spessori: 35, 50, 75 mm



Figura 7.3 Pannello Vital in fibra di cellulosa e pannello L3 in lana di roccia e lana di legno

- pannelli morbidi in fibre di cellulosa "Vital". I pannelli sono più utili per noi perché sono meno difficili da installare rispetto al metodo classico di posa della fibra di cellulosa (insufflata, in polvere).
- pannelli isolanti in fibra di legno "FL" di densità differenti, per l'isolamento termico o acustico, e pannelli in sughero "LSC" quando la superficie ha bisogno di alte prestazioni e che non è troppo grande (costo elevato)

Figura 7.4 Pannello di sughero LSC e pannello in fibra di legno FL



7.2 Schede delle verifiche prestazionali

Come risposta tecnologica alla volontà architettonica del progetto, le stratigrafie presentate rappresentano un passo decisivo tra l'architettura e l'ingegneria. La logica globale presentata con la scelta della tecnologia e dei materiali viene applicata adattandosi ai requisiti differenti secondo le grandi zone del progetto:

- la palazzina
- l'open space
- le scatole
- l'auditorium

Per ogni stratigrafia, sono effettuate quando è necessario, le verifiche seguenti:

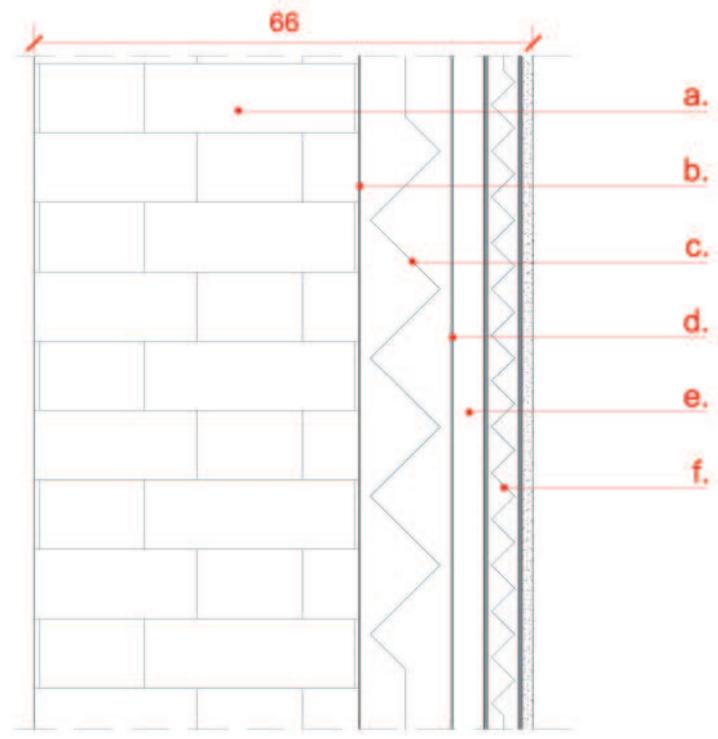
- trasmittanza termica U
- potere fonoisolante R_w
- resistenza al fuoco REI

Sono anche restituite le verifiche di condensazione, calcoli effettuati per tutte le chiusure, ma anche per le partizioni che presentano potenzialmente una differenza di temperatura rilevante fra i suoi lati.

La tabella 7.3 è un riassunto delle caratteristiche rilevante delle stratigrafie presentate nelle schede seguenti.

	Codice	Descrizione	Prestazioni				Collocazione				Rif.
			spess. cm	U $W/m^2 \cdot K$	$R_{w,min}$ dB	REI _{min} minute	Palazzina	Open-space	Scatole	Auditorium	
Chiusure verticali	CV.01 a/b	muro perimetrale riqualificato	65	0,18	70	120					STP.01
	CV.02 a/b	muro perimetrale riqualificato rivestito in legno	51	0,23	70	120					STP.02
	CV.03	muro perimetrale a secco	42	0,16	68	90					STP.03
	CV.04	parete "seconda pelle" tecnica e acustica	30	0,14	65	90					STP.04
Chiusure orizzontali	CO.01	pavimento riscaldato su vespaio	72	0,28	65	-					STP.05
	CO.02 a/b	tetto caldo a secco	56+58	0,15	45	90					STP.06
	CO.03	tetto a shed ricostruito	34	0,22	50	60					STP.07
	CO.04	tetto a secco ad alte prestazioni acustiche	46	0,14	65	90					STP.08
	CO.05	giardino interno su locale tecnico	68	0,65	75	120					STP.09
Partizioni verticali	PV.01	parete di separazione	15	0,32	55	-					STP.10
	PV.02	parete di separazione doppia	25	0,35	62	-					STP.11
	PV.03 a/b	parete interna riqualificata in mattone	59	0,22	70	120					STP.12
	PV.04	parete portante a secco	33	0,27	62	90					STP.13
	PV.05	muro attrezzabile per spazi aggiuntivi	37	0,19	65	90					STP.14
	PV.06	parete ad alte prestazioni acustiche e termiche	55	0,13	70	90					STP.15
Partizioni orizzontali	PO.01 a	solaio a secco tra due ambienti riscaldati	14+90	0,35	50	-					STP.16
	PO.01 b	solaio fra un ambiente caldo e uno freddo	45+59	0,18	55	-					STP.17
	PO.02 a	solaio riscaldato su galleria tecnica	54	0,21	70	120					STP.18
	PO.02 b	solaio forabile su gallerie tecnico	54	0,20	70	120					STP.19
	PO.03	tetto praticabile e solaio dei spazi aggiuntivi	24+60	0,17	58	90					STP.20
PO.04	pavimento ad alte prest. acustiche sul loc. tec.	50	0,24	70	120					STP.21	

Tabella 7.3 Riassunto delle stratigrafie del progetto

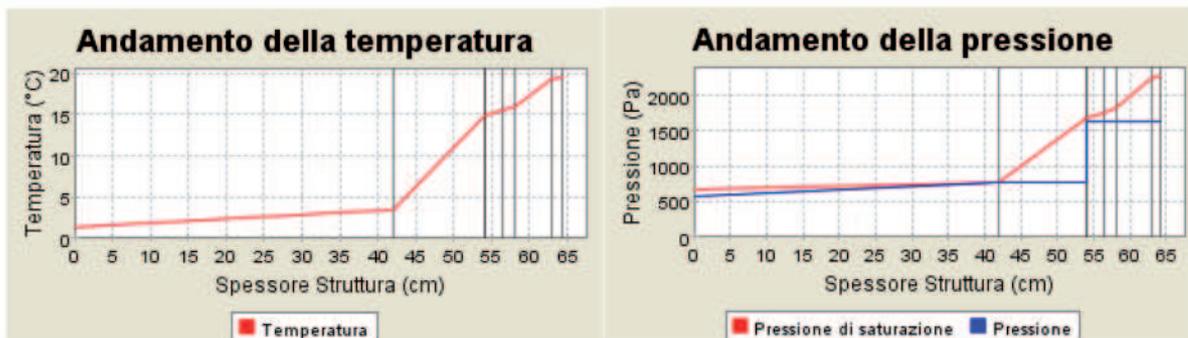
STP.01	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	CV.01 a(b)
	Elemento tecnico: Muro perimetrale riqualificato	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona palazzina spessore s 65 (54) cm trasm. term. U 0,18 (0,19) W/m ² .K altre prest. R _w >70 dB REI 120
		Riferimenti 
Descrizione Muro perimetrale della palazzina, isolato nel lato interno. L'intervento deve essere sostenibile nel tempo per non avere ulteriori interventi: l'isolante principale scelto è la lana di roccia, materiale della stessa natura del mattone. Il pannello Rockwool viene incollato direttamente sul mattone. Il rivestimento interno è una lastra Celenit L3 usata per l'acustica interna e come lastra tagliafuoco, rivestito di bianco, per il comfort luminoso interno. La lastra L3 viene fissata su dei listelli di legno verticali. L'intercapedine fra le due lastre isolanti è usato per il passaggio della rete elettrica e contribuisce all'isolamento acustico del pacchetto, requisito importante dovuto alla presenza del ponte stradale dietro il muro.		
Leggenda del dettaglio CV.01 a: a- muratura in mattoni pieni di 13,5x28x5,5 (sp.42,5cm) b- malta collante (sp.0,2cm) c- isolante rigido in lana di roccia tipo Rockwool 403.103 accoppiata ad una barriera al vapore sul lato caldo (sp.12,3cm) d- intercapedine d'aria (sp.4cm) e- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 tagliafuoco (sp.6,5cm): lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.4cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm) CV.01 b : al posto di a- e b- : a-intonaco esterno e b-muratura in mattoni pieni (sp.28cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

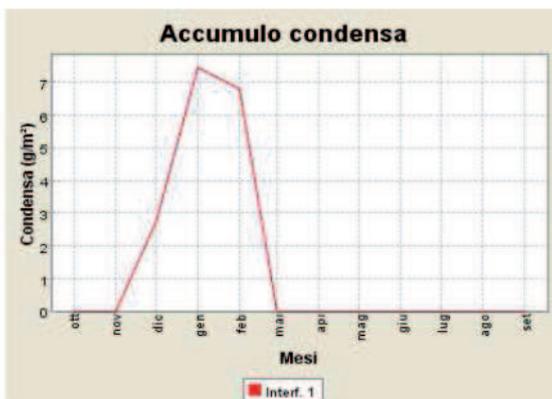
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	MUR	Rif. 1.1.01 Laterizi pieni sp. 42 cm	0,42	0,54	20,00	8,40
	IFR	Lana di roccia Rockwool 403.116	0,12	3,4286	1,00	0,12
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,19	1,00	0,025
	INA	Camera non ventilata sp. mm 15	0,015	0,17	1,00	0,015
	CEL	CELENIT L3 50	0,05	1,00	3,00	0,15
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
		Superficie interna		0,13		

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



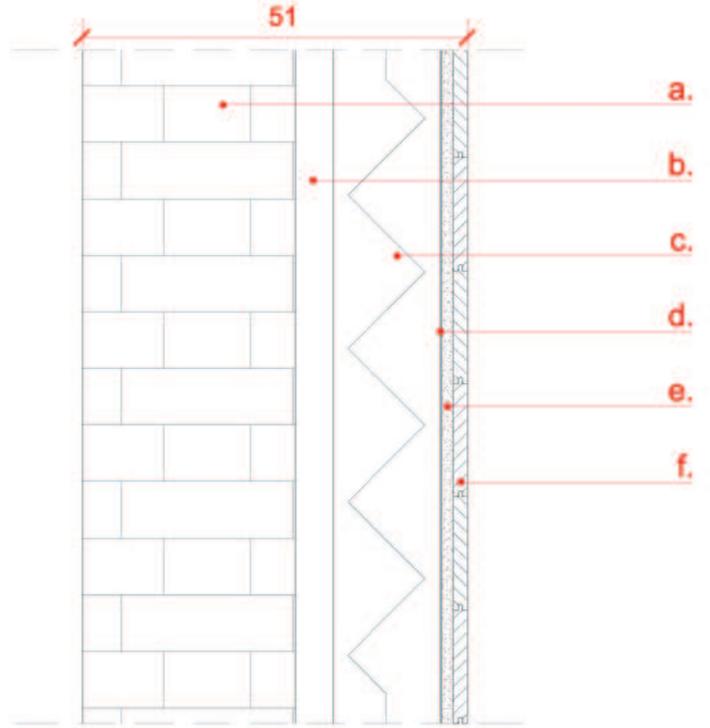
Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²)

- MUR — Sup. esterna
- IFR — interf. 1
- FRV — interf. 2
- INA — interf. 3
- INA — interf. 4
- CEL — interf. 5
- VFR — interf. 6
- Sup. interna

Mese	Interf. 1 → Flusso di vapore (g/m ²)	Condensa accumulata (g/m ²)	Data fine evaporazione
Ottobre	0	0	0
Novembre	0	0	0
Dicembre	2,73	2,73	0
Gennaio	4,74	7,48	0
Febbraio	-0,66	6,81	0
Marzo	-15,43	0	17
Aprile	0	0	0
Maggio	0	0	0
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Settembre	0	0	0

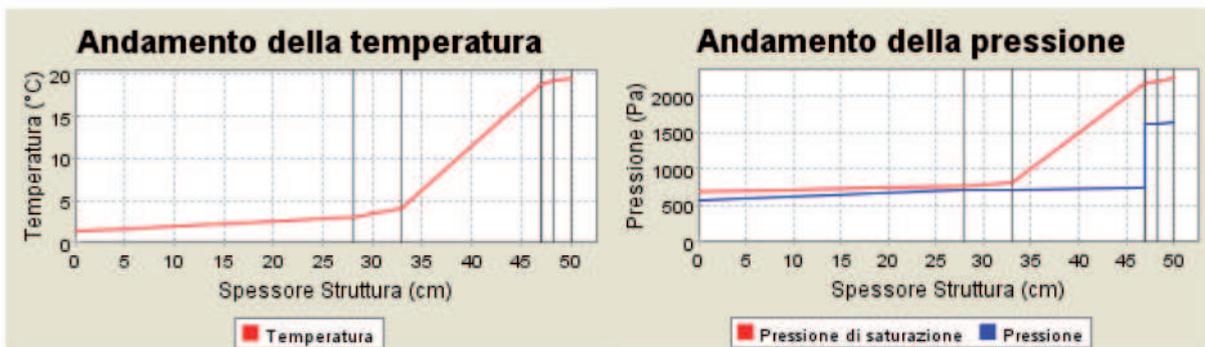
STP.02	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	CV.02 a(b)
	Elemento tecnico: Muro perimetrale riqualificato rivestito in legno	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona open-space, scatole spessore s 51 (54) cm trasm. term. U 0,23 (0,19) W/m ² .K altre prest. R _w > 70 dB REI 120
		Riferimenti 
Descrizione Muro perimetrale dell'open-space. L'isolamento è realizzato in lastre rigide in fibra legno, materiale ecosostenibile della stessa natura del rivestimento interno. Un'intercapedine d'aria è posta tra l'isolante in legno e la muratura, per ragioni acustiche e igieniche: l'isolante nel tempo non sarà danneggiato se il fenomeno di risalita d'acqua verrà fermato, per l'intervento prescritto nello studio dell'esistente. L'isolante è integrato a una struttura verticale in legno per renderlo più rigido e serve come appoggio al rivestimento. Questo rivestimento è fatto di tavole di cedro, per richiamare il calore del mattone. Il suo aspetto è presentato nel riferimento. Le tavole incastrate tra di loro vengono incollate su una lastra taglia fuoco che protegge l'isolante.		
Leggenda del dettaglio CV02a: a- muratura in mattoni pieni di 13,5x28x5,5 (sp.28cm) b- camera d'aria (sp.5cm) c- isolante rigido in fibra di legno tipo Celenit FL/150 (sp.14cm) d- barriera al vapore e- pannello taglia fuoco in fibra-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm) f- rivestimento interno in cedro, flusso parallelo alle fibre, 1,8x15x250 (sp.1,8cm) CV02b: Al posto di e- e f- nella CV02a: e- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 50 taglia fuoco (sp.6,5cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	MUR	Rif. 1.1.01 Laterizi pieni sp. 28 cm	0,28	0,36	15,00	4,20
	INA	Camera non ventilata sp. mm 50	0,05	0,21	1,00	0,05
	ALI	CELENIT FL/150 140	0,14	3,50	5,00	0,70
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
	LEG	Acero (flusso parallelo alle fibre)	0,018	0,0667	20,00	0,36
		Superficie interna		0,13		

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa non presente

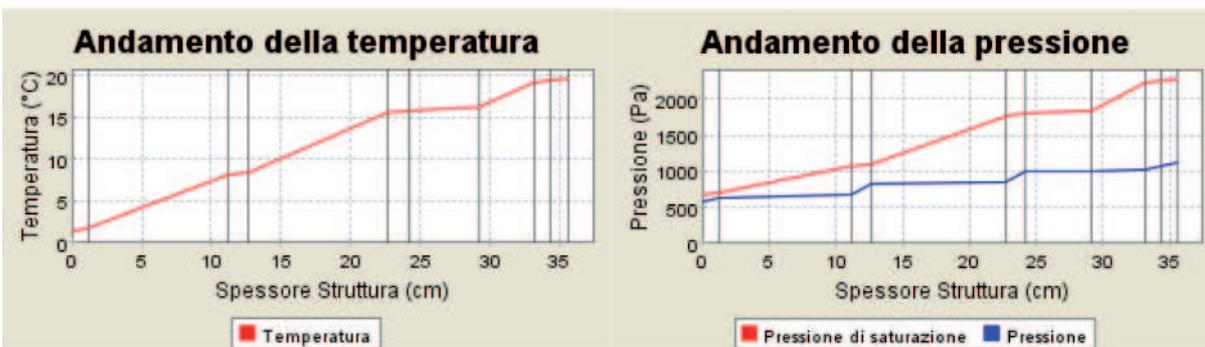
STP.03	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca	CV.03
	Elemento tecnico: Muro perimetrale a secco	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona scatole spessore s 42 cm trasm. term. U 0,16 W/m ² .K altre prest. R _w > 68 dB REI 90
		Riferimenti
Descrizione Muro perimetrale delle scatole della facciata est. Il Lignum K è usato come strato portante e isolante, incastrato pezzo per pezzi in cantiere. Il rivestimento esterno è fatto con una lastra L3, più spessa, e preaccoppiata con una lastra tipo Hydropanel come rivestimento esterno, rivestito d'intonaco esterno. All'interno, una doppia lastra tagliafuoco serve da contro parete. La camera d'aria spessa dietro di queste lastre è usata per il passaggio degli impianti di ventilazione. La struttura è fonoisolata con fibra di cellulosa in lastra morbida. Dei listelli di legno verticali permettono di lasciare la camera d'aria libera, questi reggono le lastre di rivestimento interno e impediscono la caduta dei pannelli di fibra di cellulosa. La scelta di questo pacchetto è stata eseguita per le sue prestazioni energetiche, ambientali e per il suo tempo di montaggio ridotto.		
Leggenda del dettaglio a- doppio spessore d'intonaco esterno (sp.2x0,2cm) b- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 accoppiata con una lastra in fibrocemento di rivestimento esterno (sp.10cm) c- pannello isolante strutturale tipo Lignum K di altezza 29,5cm (sp.15cm): lastra in OSB (sp.1,5cm) isolante rigido in fibra di legno (sp.12cm) lastra in OSB (sp.1,5cm) d- fonoisolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.4cm) e- camera d'aria per passaggio impianti (8cm) f- doppia lastra taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.2x1,5cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
	CEL	CELENIT L3 100	0,10	2,20	3,00	0,30
	LFR	OSB	0,015	0,1154	50,00	0,75
	IFR	Fibra di legno lignumK	0,10	2,439	2,00	0,20
	LFR	OSB	0,015	0,1154	50,00	0,75
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	ALI	VITAL 40	0,04	1,05	3,00	0,12
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
		Superficie interna		0,13		

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa non presente

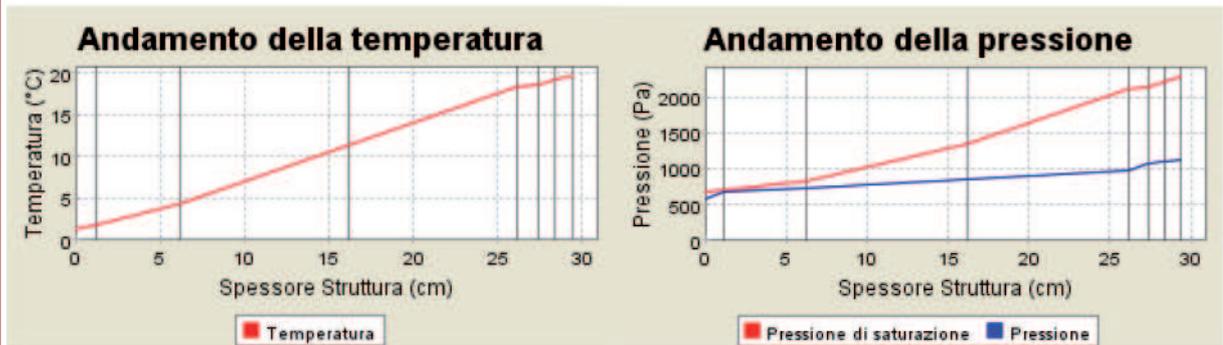
STP.04	Unità tecnologica: Chiusura verticale opaca e partizione verticale	CV.04
	Elemento tecnico: Parete "seconda pelle" termica e acustica	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona auditorium spessore s 30 cm trasm. term. U 0,14 W/m ² .K altre prest. R _w > 65 dB REI 90
		Riferimenti
Descrizione Pelle esterna dell'auditorium. E' l'interfaccia con l'open space, con il tetto a shed e con l'esterno. E' quindi concepita e calcolata come una chiusura verticale, anche se è in parte una partizione interna. Per permettere l'integrazione di una trave di appoggio delle scatole, spessa di 20cm, la struttura del muro è fatta con un doppio telaio leggero in legno. Questa struttura viene isolata in fibra di cellulosa morbida. Per chiudere la struttura, la faccia esterna (verso l'esterno o l'open-space) è rivestita con un pannello L3 taglia fuoco. Il suo rivestimento è a base di cemento di basso spessore, impermeabile, il cui l'aspetto è presentato come riferimento. La parete interna, pannello taglia fuoco, è rivestita da una doppia lastra fonoisolante per limitare le riflessioni acustiche nel corridoio tecnico. Quindi la parete è leggera con delle buone prestazioni termiche e acustiche.		
Leggenda del dettaglio a- rivestimento cementizio tipo Microcemento "Thincrete" (sp.0,4cm) b- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 75 taglia fuoco (sp.6,5cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.4cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) c- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.2x10cm) d- pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,2cm) e- doppia lastra fonoisolante (sp.2x1cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
	CEL	CELENIT L3 50	0,05	1,00	3,00	0,15
	ALI	VITAL 100	0,10	2,70	3,00	0,30
	ALI	VITAL 100	0,10	2,70	3,00	0,30
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
	ALI	CELENIT FL/230 10	0,01	0,20	5,00	0,05
	ALI	CELENIT FL/230 10	0,01	0,20	5,00	0,05
		Superficie interna		0,13		

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa non presente

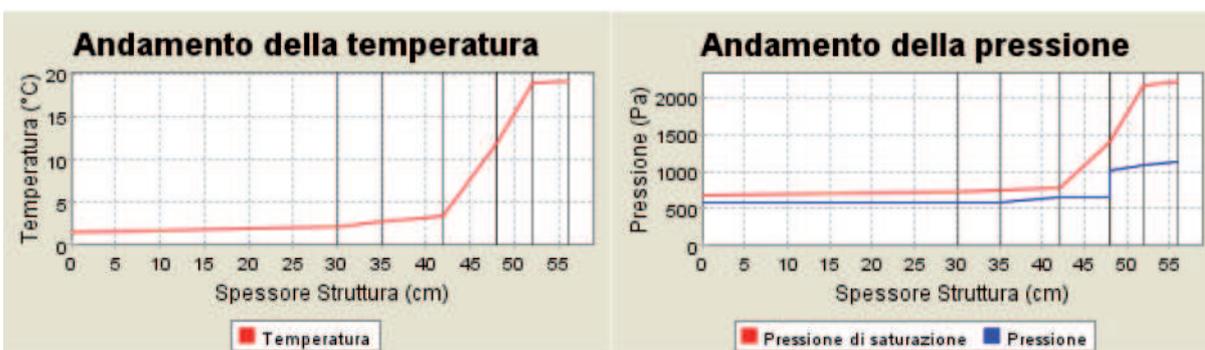
STP.05	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale controterra	CO.01
	Elemento tecnico: Pavimento riscaldato su vespaio	
Dettaglio in sezione		Prestazioni zona palazz. , open-space spessore s 75 cm trasm. term. U 0,28 W/m ² .K altre prest. R _w >65 dB
		Riferimenti
Descrizione <p>Il pavimento è stato ricostruito per dargli un valore più tecnico. E' costruito su un vespaio, per isolarlo dalla terra e per motivi igienici, con un sistema di casseri a perdere. Il vespaio permette il passaggio degli impianti elettrici e quelli di riscaldamento, per fornire i pannelli integrati nella stratigrafia. Per garantire un'alta resistenza meccanica del pavimento, questo è gettato in opera. Il suo rivestimento è fatto in calcestruzzo levigato scuro, il cui l'aspetto è presentato come riferimento.</p>		
Leggenda del dettaglio a- massetto in cemento armato levigato tipo Edfan (sp.6cm) b- sistema di riscaldamento a pavimento tipo RDZ cover 40 : pannello Cover in schiuma di polietilene (sp.4cm) tubi in polietilene c- barriera al vapore (sp.0,3cm) d- isolante rigido in lana di roccia tipo Rockwool Steprock HD (sp.6cm) e- getto di calcestruzzo armato con una rete (diametro 8mm) elettrosaldata di maglia 15x15cm (sp.7cm) f- cassero a perdere tipo Cupolex H40 con camera d'aria di 31,5cm (sp.40cm) g- magrone (sp.9cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m²K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 300	0,30	0,115	1,00	0,30
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	CLS	CLS generico – densità 1500 kg/m³	0,07	0,1077	75,00	5,25
	IFR	Lana di roccia Rockwool Steprock HD	0,06	1,6667	1,00	0,06
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
	IFR	PE	0,04	1,3333	100,00	4,00
	CLS	CLS generico – densità 1500 kg/m³	0,04	0,0615	75,00	3,00
		Superficie interna		0,17		

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa non presente

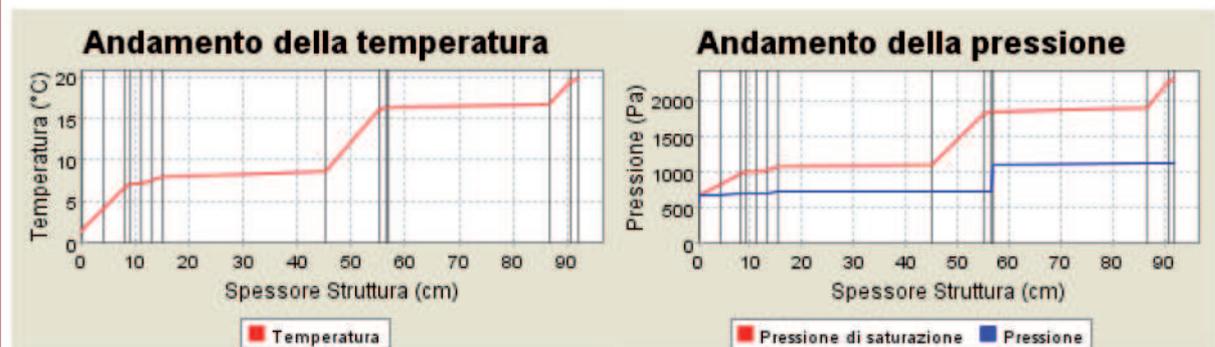
STP.06	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale - Copertura piana	CO.02 a(b)
	Elemento tecnico: Tetto caldo a secco praticabile	
Dettaglio in sezione		Prestazioni zona palazzina spessore s min.25(18)+59 cm trasm. term. U 0,15 W/m ² .K altre prest. R _w > 45 dB REI 60
		Riferimenti
Descrizione <p>E' la ricostruzione del tetto praticabile della Palazzina, quello della terrazza al secondo piano. La struttura di legno della chiusura a secco viene fissata direttamente sulla struttura principale esistente in calcestruzzo armato prefabbricato, unico elemento che non è stato demolito nelle chiusure orizzontali. Lo spessore ridotto della stratigrafia è imposto dal riuso della struttura esistente. Sono quindi usati una struttura portante di basso spessore, un doppio tavolato di legno. L'isolamento termico e acustico sono stati posti all'esterno e interno della struttura. Il controsoffitto è usato per il passaggio degli impianti di ventilazione.</p>		
Leggenda del dettaglio a- strato pedonabile galleggiante in CO.02a / assento in CO.02b b- manto impermeabile sintetico a base di poliolefine flessibili, armato con un velo di vetro, con strato di protezione tipo Sarnafil TG66 in CO.02a / manto protetto anti UV TG76Felt in CO.02b c- isolante rigido in sughero tipo Celenit LSC (sp.2x4cm) d- isolante acustico tipo Celenit FL/230 (sp.1cm) e- strato di pendenza 1% in sabbia (sp.min.2cm) f- doppio tavolato in legno di abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.2x2cm) g- camera d'aria (sp.18,5cm); h- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.10cm) i- lastra di OSB (sp.1,5cm); j- barriera al vapore k- camera d'aria per passaggio impianti di ventilazione (sp.55cm) l- sistema di ancoraggio del controsoffitto m- isolante acustico in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.4cm) n- lastra di controsoffitto in fibro-cemento taglia fuoco tipo Eternit Hydropanel (sp.1,2cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

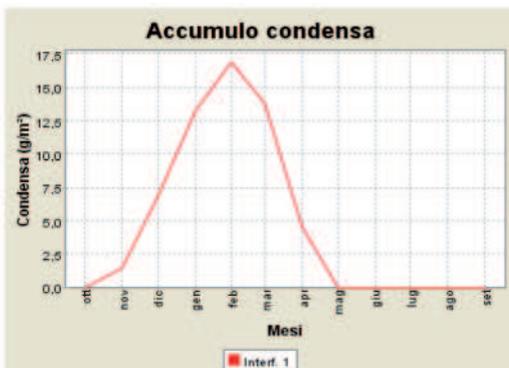
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna				0,04
	IMP	PVC sp. 2,0 mm	0,002	0,0133	21000,00	42,00
	ALI	CELENIT LSC 40	0,04	0,81	9,00	0,36
	ALI	CELENIT LSC 40	0,04	0,81	9,00	0,36
	ALI	CELENIT FL230 10	0,01	0,20	5,00	0,05
	ERR	Sabbia	0,02	0,01	1,00	0,02
	LEG	Abete (flusso parallelo alle fibre)	0,02	0,1111	20,00	0,40
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	60,00	1,20
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,23	1,00	0,30
	ALI	VITAL 100	0,10	2,70	3,00	0,30
	LFR	OSB	0,015	0,1154	60,00	0,75
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 300	0,30	0,115	1,00	0,30
	ALI	VITAL 40	0,04	1,05	3,00	0,12
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
		Superficie interna				0,10

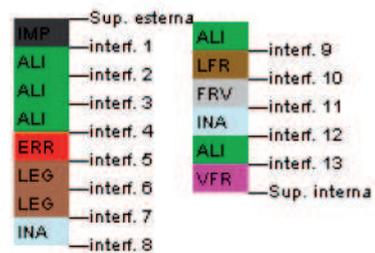
Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



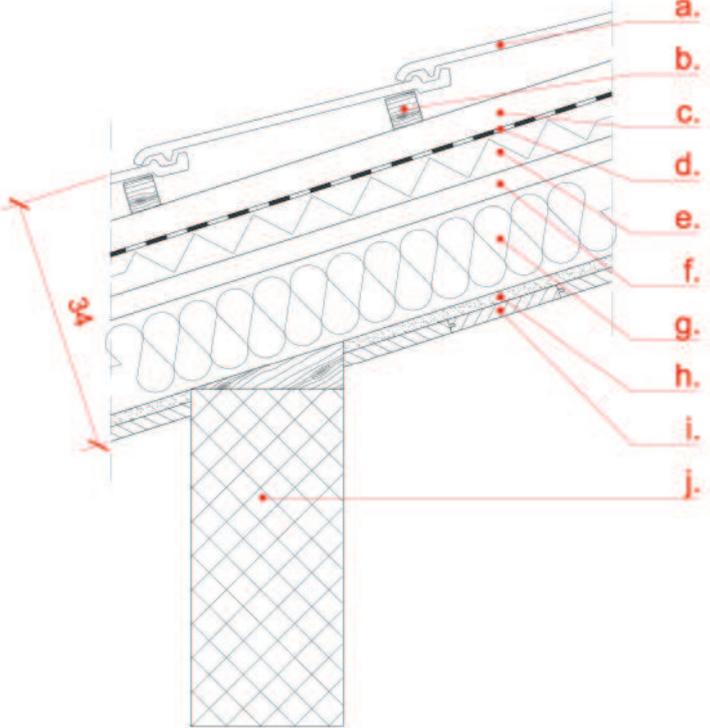
Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²)



Mese	Interf. 1 → Flusso di vapore (g/m²)	Condensa accumulata (g/m²)	Data fine evaporazione
Ottobre	0	0	0
Novembre	1,48	1,48	0
Dicembre	5,37	6,85	0
Gennaio	6,36	13,21	0
Febbraio	3,72	16,93	0
Marzo	-3,13	13,8	0
Aprile	-9,26	4,54	0
Maggio	-15,53	0	22
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Settembre	0	0	0

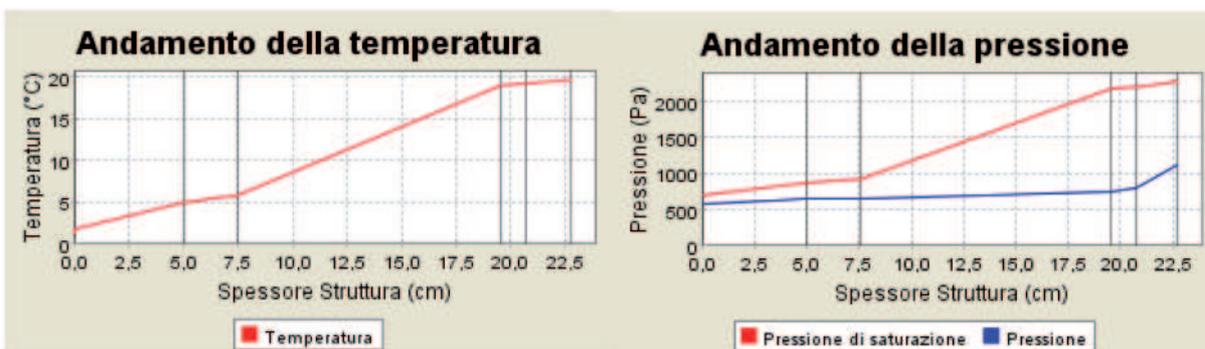
STP.07	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale - Copertura inclinata	CO.03
	Elemento tecnico: Tetto a shed ricostruito, respirante a secco	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni <p> zona open-space, scatole spessore s 34 cm trasm. term. U 0,22 W/m².K altre prest. R_w > 50 dB </p>
		Riferimenti 
Descrizione <p> E la chiusura orizzontale inclinata dell'open space. Serve anche da chiusura per le scatole di due livelli. Fatto con lo stesso metodo costruttivo delle chiusure e partizioni orizzontali della palazzina, era necessario ricostruirlo, con la stessa logica del pacchetto tecnologico CO.02 (scheda precedente). Viene quindi riusata la struttura esistente in calcestruzzo armato per fissare una nuova struttura di legno. La composizione del pacchetto può anche essere vista nel suo rapporto con la riqualificazione dei muri perimetrali dell'open-space (vedere STP.02): il tetto è respirante per motivi igienici e per controllo del flusso di vapore; è rivestito anche all'interno con lastessa tipologia di legno e con una lastra taglia fuoco. Lo schema globale è ispirato di a un pacchetto proposto dalla Celenit, come riferimento. </p>		
Leggenda del dettaglio <p> a- copertura discontinua in tegole tipo marsigliese (sp.4cm) b- listello di legno per appoggio delle tegole (sez.4x4cm) c- listello di legno per camera d'aria (sez.4x4cm) d- membrana traspirante tipo Dupont Tyvek Enercor Roof (sp.0,3cm) e- isolante rigido in fibra di legno tipo Celenit N (sp.5cm) f- intercapedine d'aria (sp.3cm) g- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.12cm) h- lastra taglia fuoco tipo Hydropanel (sp.1,5cm) i- rivestimento interno in cedro, flusso perpendicolare alle fibre, 1,8x15x250 (sp.1,8cm) </p>		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Camera fortemente ventilata		0,10		
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0,0002	0,0015	100,00	0,02
	CEL	CELENIT N 50	0,05	0,75	5,00	0,25
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,19	1,00	0,025
	ALI	VITAL 120	0,12	3,20	3,00	0,36
	VFR	Hydropanel (Eternit) 12mm	0,012	0,0632	21,00	0,252
	LEG	Acero (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1111	60,00	1,20
		Superficie interna		0,10		

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Accumulo Condensa Interstiziale



Condensa non presente

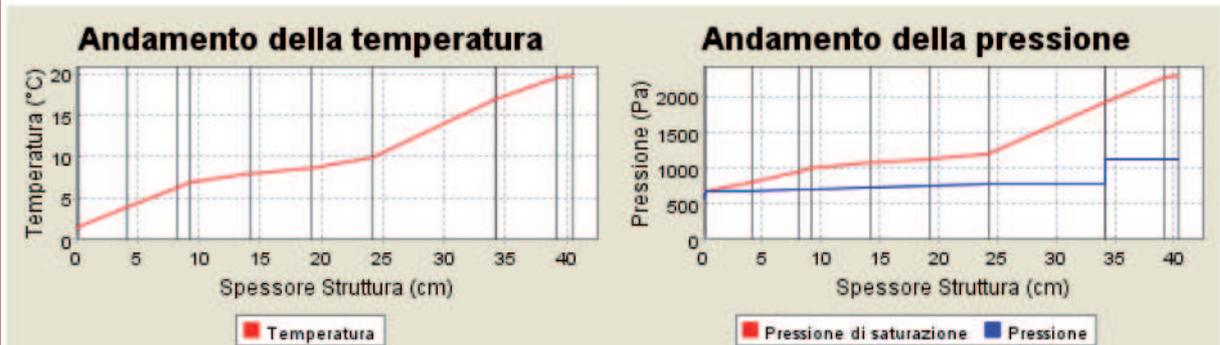
STP.08	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale - Copertura piana	CO.04
	Elemento tecnico: Tetto a secco ad alte prestazioni acustiche	
Dettaglio in sezione		Prestazioni zona auditorium spessore s 46 cm trasm. term. U 0,18 W/m ² .K altre prest. R _w > 65 dB REI 90
		Riferimenti
Descrizione <p>Costituisce il tetto dell'auditorium. L'uso del pannello cross plan come struttura è scelta per il suo peso importante: migliora l'inerzia termica del pacchetto e concede l'isolamento acustico mediante il sistema massa-molla-massa, sviluppato per la parete interna dell'auditorium, descritta alla scheda STP.15. L'isolamento esterno permette di sfruttare l'inerzia termica del pacchetto, dal fenomeno di "tetto caldo", l'isolamento interno è soprattutto a scopo acustico. La struttura, posta sulla struttura di legno lamellare dell'auditorium, concede di sospendere un controsoffitto acustico utile per l'acustica interna, come sviluppato nella STP.15.</p>		
Leggenda del dettaglio a- manto impermeabile sintetico a base di poliolefine flessibili, armato con un velo di vetro, con strato di protezione tipo Sarnafil TG66 (sp.0,5cm) b- isolante rigido in sughero tipo Celenit LSC (sp.2x4cm) c- isolante acustico tipo Celenit FL/230 (sp.1cm) d- strato di pendenza 1% in sabbia, (sp.min.2cm) e- strato portante "crossplan" in legno di abete massiccio (sp.15cm): tavolato in abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.5cm) tavolato in abete con flusso parallelo alle fibre (sp.5cm) tavolato in abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.5cm) f- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.10cm) g- barriera al vapore h- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 50 taglia fuoco (sp.6,5cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

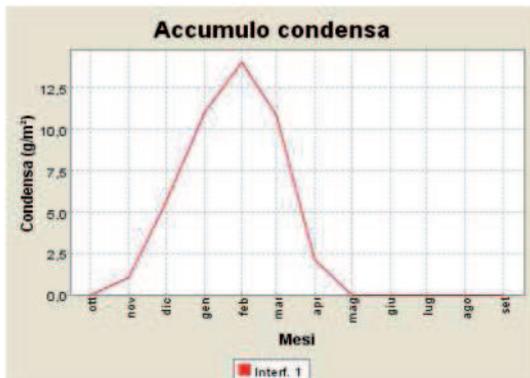
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna			0,04	
	IMP	PVC sp. 2,0 mm	0,002	0,0133	21000,00	42,00
	ALI	CELENIT LSC 40	0,04	0,91	9,00	0,36
	ALI	CELENIT LSC 40	0,04	0,91	9,00	0,36
	ALI	CELENIT FL/230 10	0,01	0,20	5,00	0,05
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,05	0,4167	60,00	3,00
	LEG	Abete (flusso parallelo alle fibre)	0,05	0,2778	20,00	1,00
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,05	0,4167	60,00	3,00
	ALI	VITAL 100	0,10	2,70	3,00	0,30
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
	CEL	CELENIT L3 50	0,05	1,00	3,00	0,15
	VFR	Hydropanel (Etermit) 12mm	0,012	0,0832	21,00	0,252
		Superficie interna			0,10	

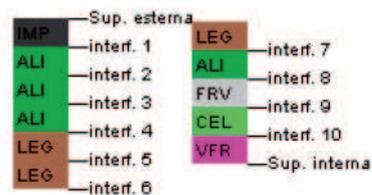
Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Accumulo Condensa Interstiziale

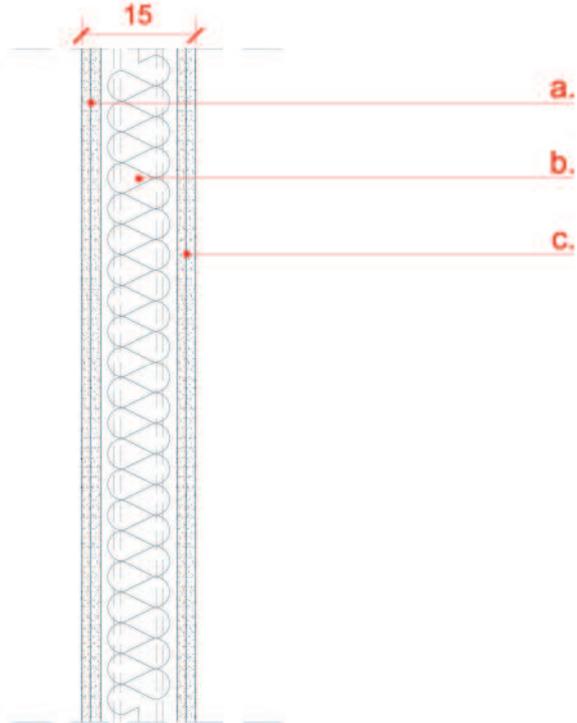


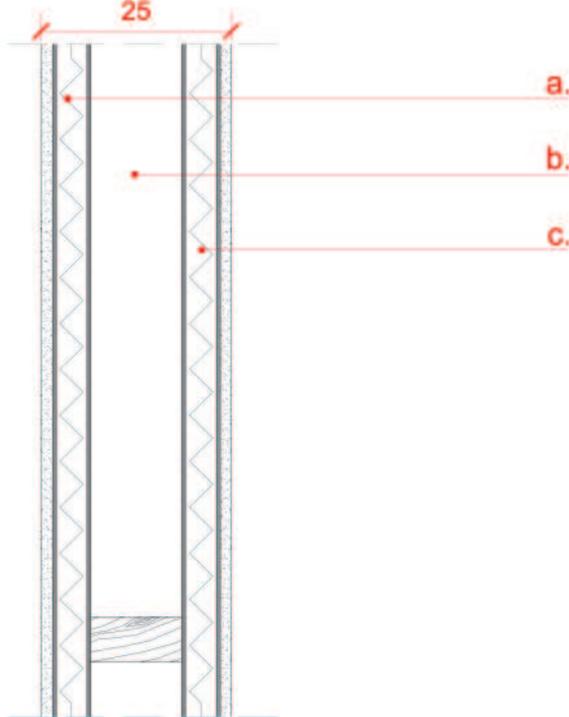
Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²)

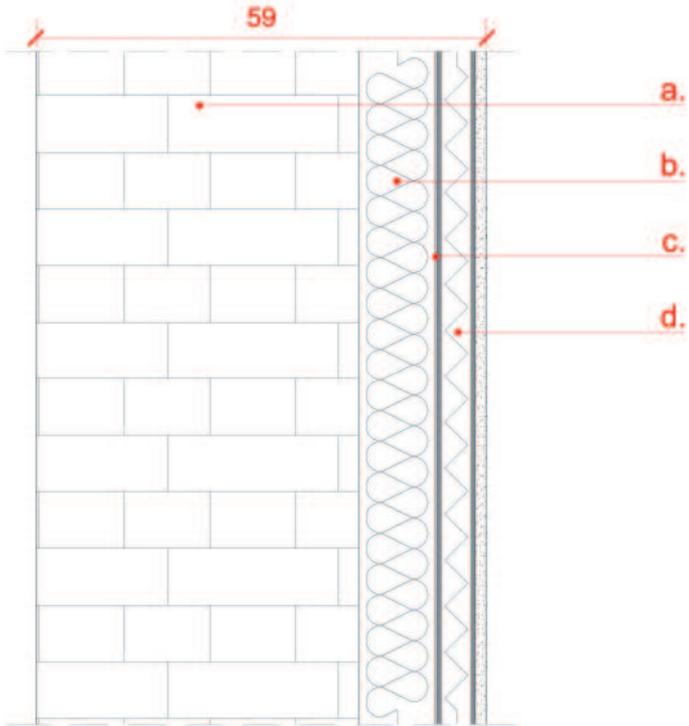


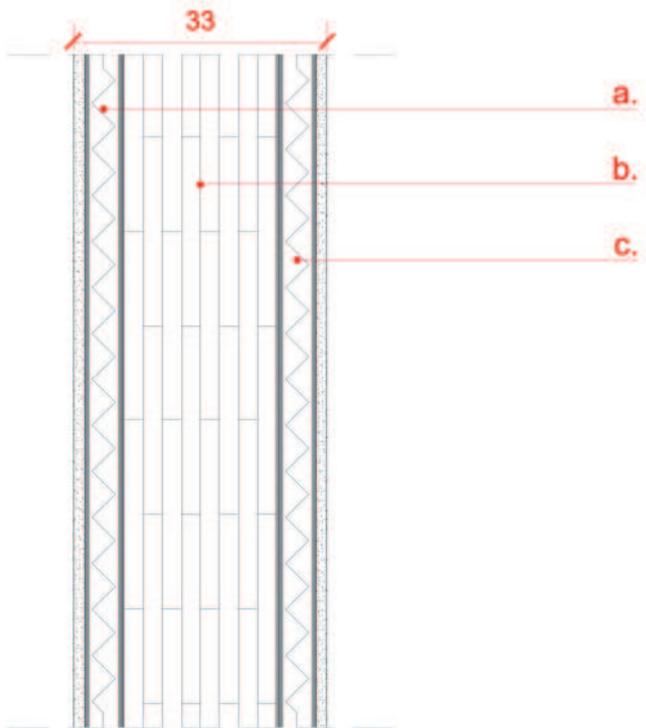
Mese	Interf. 1 → Flusso di vapore (g/m ²)	Condensa accumulata (g/m ²)	Data fine evaporazione
Ottobre	0	0	0
Novembre	1,07	1,07	0
Dicembre	4,55	5,63	0
Gennaio	5,43	11,05	0
Febbraio	3,04	14,09	0
Marzo	-3,2	10,89	0
Aprile	-8,76	2,12	0
Maggio	-14,49	0	26
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Settembre	0	0	0

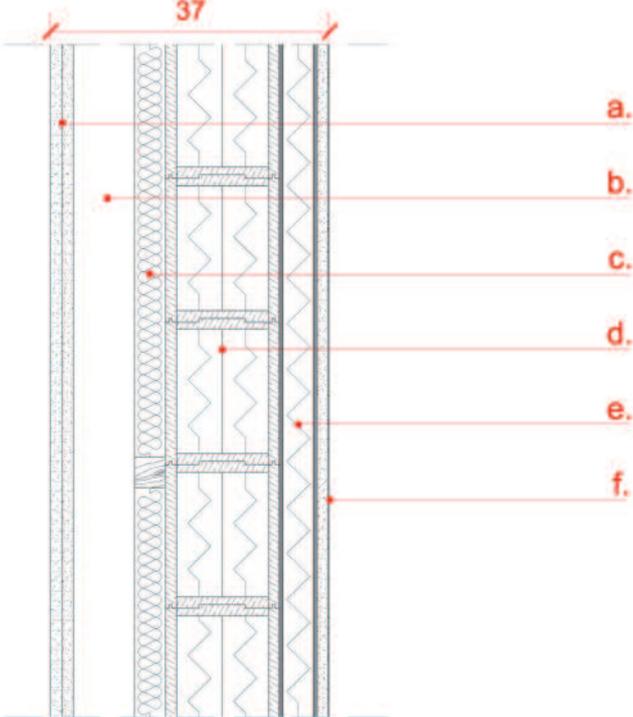
STP.09	Unità tecnologica: Chiusura orizzontale - Tetto giardino	CO.05
	Elemento tecnico: Giardino su locale tecnico	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona cortile interno spessore s min. 68 cm trasm. term. U 0,65 W/m ² .K altre prest. R _w >75 dB RE 120
		Riferimenti
Descrizione <p>E' la chiusura fra i locali tecnici interrati e il giardino del cortile interno. I locali tecnici non sono riscaldati: il pacchetto non viene isolato termicamente. L'unico strato d'isolamento, verso i locali tecnici è a scopo acustico e taglia fuoco. Così il rumore delle macchine interrate non danno fastidio agli utenti del giardino interno. Questo pacchetto viene forato da griglie di aerazione di alto isolamento acustico, per ricambiare l'aria dei locali tecnici.</p>		
Leggenda del dettaglio a- humus (sp.12cm) b- terriccio (sp.8cm) c- ghiaia di drenaggio (sp.10cm) d- membrana impermeabilizzante antiradice in PVC-S, tipo Harpoplan Z UV, rinforzata con una griglia in fibra di vetro(sp.1,5mm) e- strato separatore in geotessile non tessuto f- strato di pendenza 2% in sabbia (sp.min.2cm) g- cemento armato (sp.30cm) h- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 35 taglia fuoco (sp.5,0cm): lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.2,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm)		

STP.10	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.01
	Elemento tecnico: Parete di separazione singola	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona tutte spessore s 15 cm trasm. term. U 0,32 W/m ² .K altre prest. R _w = 55 dB
		Riferimenti
Descrizione Parete semplice di separazione tra locali. Costituisce la separazione visiva e acustica tra i locali. Lo spessore limitato per un'altezza fino a 5 metri di parete è consentito dall'uso di un telaio di acciaio, anche se deve essere un po' più spesso rispetto alle pareti "classiche" di 6 cm di spessore.		
Leggenda del dettaglio a- doppio pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Eternit Hydropanel incollato al pannello sandwich (sp. 2x1,2cm) b- telaio in acciaio (con profili a U e C) riempito d'isolante morbido in fibra di cellulosa (sp.10cm) c- doppio pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Eternit Hydropanel incollato al pannello sandwich (sp. 2x1,2cm)		

STP.11	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.02
	Elemento tecnico: Parete di separazione doppia	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona tutte spessore s 25 cm trasm. term. U 0,35 W/m ² .K altre prest. R _w = 62 dB
		Riferimenti 
Descrizione <p>Parete doppia di separazione tra locali. E' edificata usando gli elementi costruttivi più estesi nel progetto: struttura in listelli di legno (di spessore 12cm per concedere una grande altezza della parete), lati in celenit L3 accoppiati con cartongesso antincendio per la finitura. La camera d'aria, fondamentale per garantire prestazioni acustiche è anche attrezzabile e può essere riempita di fibra di cellulosa sì una differenza di temperatura è importante tra i locali.</p>		
Leggenda del dettaglio <p>a- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 taglia fuoco (sp.6,5cm) pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.4cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) b- camera d'aria (sp.12cm) c- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 taglia fuoco (sp.6,5cm)</p>		

STP.12	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.03 a(b)
	Elemento tecnico: Parete interna riqualificata in mattone	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona palazz. , open-space spessore 59 (53) cm trasm. term. U 0,22 (0,35) W/m ² .K altre prest. $R_w > 70$ dB REI 120
		Riferimenti 
Descrizione <p>Le partizioni verticali in mattone che rimangono nel nostro progetto sono situate nella palazzina e corrispondono a dei muri portanti. Questi muri di alta rilevanza per la memoria del luogo purtroppo devono essere isolati quando separano l'open-space e uno spazio riscaldato come il ristorante. Sono quindi isolati su un solo lato per lasciare a vista il mattone sull'altro lato. L'isolamento è minimale e fatto in materiali ecosostenibili usati spesso nel progetto.</p>		
Leggenda del dettaglio PV.03a: a- muratura in mattoni pieni di 13,5x28x5,5 (sp.42,5cm) b- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.10cm) c- barriera al vapore d- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 taglia fuoco (sp.6,5cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.4cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) PV.03b: PV.03a con solo 4cm d'isolante morbido e senza barriera al vapore		

STP.13	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.04
	Elemento tecnico: Parete portante a secco - scale e ascensori	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona palazz. , open-space spessore s 33 cm trasm. term. U 0,27 W/m ² .K altre prest. R _w > 62 dB REI 90
		Riferimenti 
Descrizione <p>Questa parete è usata per la costruzione dei vani scala nuovi e dei blocchi ascensori. La struttura ad alta resistenza meccanica è fatta in pannelli cross plan. La sua tenuta al fuoco è importante e le sue prestazioni acustiche sono buone, grazie all'uso dei pannelli Celenit L3 trattati tagliafuoco. In solo tre strati, il montaggio di questa parete è molto semplice.</p>		
Leggenda del dettaglio a- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 taglia fuoco (sp.6,2cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,2cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.4cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) b- strato portante in legno di abete massiccio (sp.20cm): tavolato in abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.7cm) tavolato in abete con flusso parallelo alle fibre (sp.6cm) tavolato in abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.7cm) c- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 taglia fuoco (sp.6,2cm)		

STP.14	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.05								
	Elemento tecnico: Muro attrezzabile per spazi aggiuntivi									
Dettaglio in sezione 		Prestazioni <table> <tr> <td>zona</td> <td>scatole</td> </tr> <tr> <td>spessore s</td> <td>37 cm</td> </tr> <tr> <td>trasm. termica</td> <td>0,19 W/m².K</td> </tr> <tr> <td>altre prest.</td> <td>R_w > 65 dB REI 90</td> </tr> </table>	zona	scatole	spessore s	37 cm	trasm. termica	0,19 W/m ² .K	altre prest.	R _w > 65 dB REI 90
zona	scatole									
spessore s	37 cm									
trasm. termica	0,19 W/m ² .K									
altre prest.	R _w > 65 dB REI 90									
		Riferimenti 								
Descrizione <p>Muro spesso usato per la separazione tra le scatole e l'open-space. La descrizione è quasi la stessa di quella del muro perimetrale delle stesse scatole, sviluppato alla scheda STP.03, da questo si differenzia per lo spessore dell'isolante esterno. In questo pacchetto, la lastra L3 ha soprattutto di taglio dei ponti termici (anche poco importanti perché la struttura è in legno) e acustici. Rivestire le scatole di questo materiale di buon assorbimento acustico contribuisce a fare "ostacolo" al suono nell'open-space e ridurre il tempo di riverberazione, per un migliore comfort acustico di questo spazio di grande volume.</p>										
Leggenda del dettaglio <p>a- doppia lastra taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.2x1,5cm) b- camera d'aria per passaggio impianti (8cm) c- fonoisolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.4cm) d- pannello isolante strutturale tipo Lignum K di altezza 29,5cm (sp.15cm): lastra in OSB (sp.1,5cm) isolante rigido in fibra di legno (sp.12cm) lastra in OSB (sp.1,5cm) e- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 taglia fuoco (sp.6,5cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.4cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) f- intonaco esterno (sp.0,2cm)</p>										

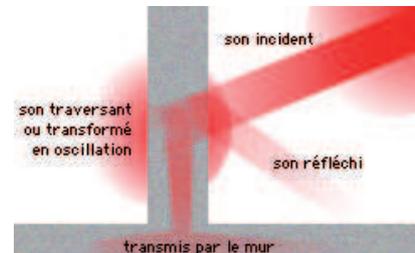
STP.15	Unità tecnologica: Partizione verticale	PV.06
	Elemento tecnico: Parete di alte prestazioni acustiche e termiche	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona auditorium spessore s 55 cm trasm. term. U 0,18 W/m ² .K altre prest. R _w > 70 dB REI 90
		Riferimenti
Descrizione Parete della “prima pelle” dell’auditorium. Presenta una stratificazione complessa dovuta alla ricerca di alte prestazioni acustiche, questi concetti sono sviluppati nell’approfondimento dell’elemento tecnologico. Di peso notevole, dovuto all’impiego del pannello cross-plan, è garantita l’inerzia termica del pacchetto. Come per la chiusura verticale CV.04 (STP.04), l’esterno è rivestito d’isolante acustico, per creare una camera silenziosa fra le due pelli dell’auditorium. Il materassino fonoassorbente del rivestimento interno dell’auditorium non è dettagliato in questo studio dalla complessità dei suoi calcoli per ottenere un’acustica ottima dello spazio.		
Leggenda del dettaglio a- doppia lastra fonoisolante (sp.2x1cm) b- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 50 taglia fuoco (sp.6,5cm) c- camera d’aria per fissaggio isolante (sp.2cm) d- strato portante “crossplan” in legno di abete massiccio (sp.20cm): tavolato in abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.7cm) tavolato in abete con flusso parallelo alle fibre (sp.6cm) tavolato in abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.7cm) e- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.10cm) f- pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo hydropanel (sp.1,5cm) g- camera d’aria (sp.5cm) h- materassino fonoassorbente per interno auditorium con lastra di piombo inclusa (sp.7,5cm)		

Approfondimento dell'elemento tecnologico

Le strategie del progetto acustico dell'auditorium

1. Principi del progetto acustico

- Controllare le onde sonore per tutti i tipi di frequenze (acuto, medio, grave)
- Controllare il fenomeno sia di trasmittanza (isolamento acustico tra locali) sia di riflettenza (qualità acustica interna)

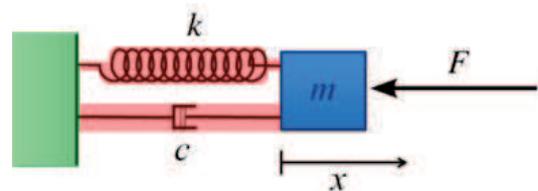


2. Fonoisolamento: sistema massa-molla-massa

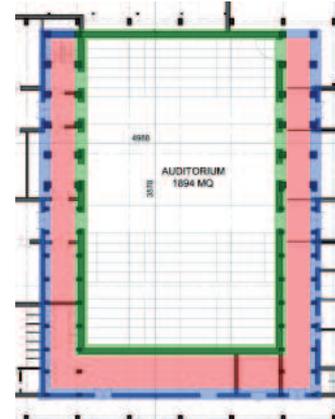
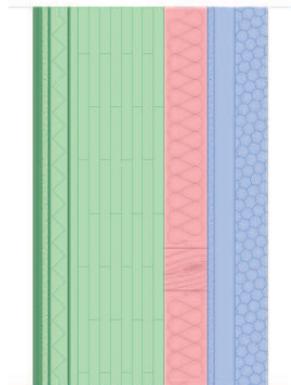
- Per i suoni medi e gravi, analogia meccanica.

Massa: parete massiccia

Molla: aria fra due masse indipendenti

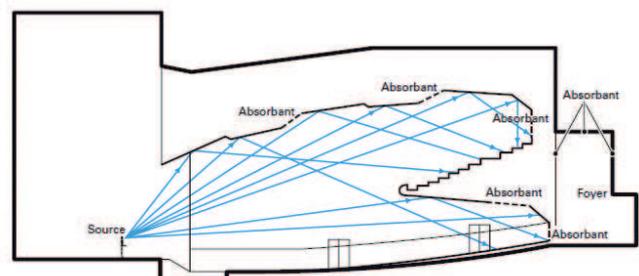
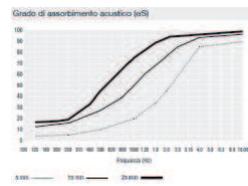
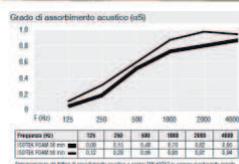
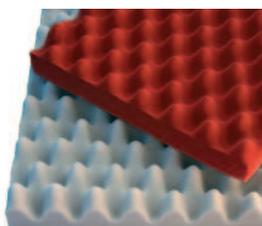


- Applicazione al livello della **parete**, e al livello degli **spazi** (uso della “doppia pelle” tecnica e acustica)
- Per i suoni acuti e medi, isolamento grazie alla composizione delle pareti (R_w)



3. Fonoassorbimento : assorbire e riflettere

- **Assorbire** per controllare la composizione del suono (livello di ogni frequenza): rivestimento interno con dei pannelli di diverse proprietà
- **Riflettere** per portare il suono lontano



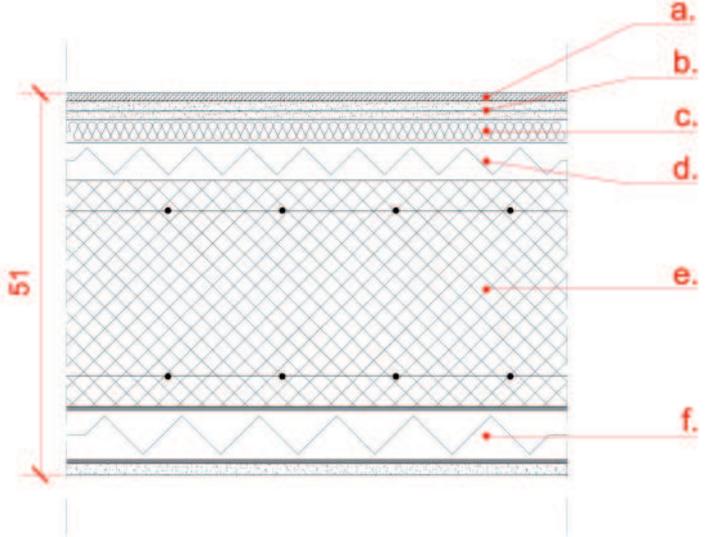
STP.16	Unità tecnologica: Partizione orizzontale	PO.01 a
	Elemento tecnico: Solaio a secco fra due ambienti riscaldati	
Dettaglio in sezione		Prestazioni <p> zona palazzina spessore s 14+90 cm trasm. term. U 0,35 W/m².K altre prest. R_w >50 dB REI - </p>
		Riferimenti
Descrizione <p>Solaio intermedio più esteso nella Palazzina. La tecnologia usata è la stessa di quella del tetto di questa zona, descritta alla scheda STP.02. L'isolamento acustico si fa grazie ai due componenti isolanti: la fibra di cellulosa del controsoffitto per il rumore aereo e la fibra di legno, posta sul doppio tavolato di legno, per il rumore di calpestio. Il solaio è riscaldato mediante un sistema radiante a secco, coperto da un massetto a secco, e rivestito dallo stesso linoleum naturale del solaio intermedio delle scatole, presentato alla scheda STP.20. Il riferimento di fianco mostra il sistema di riscaldamento integrato a secco al solaio.</p>		
Leggenda del dettaglio <p> a- pavimento in linoleum naturale tipo armastrong Marmorette Acoustic Plus (sp.1cm) b- sistema di riscaldamento a pavimento a secco tipo Rehau Secco: massetto a secco costituito di due lastre di gesso-fibra tipo Xella-Fermacell (sp.2x1,25cm) lastra di diffusione del calore in alluminio (sp.0,1cm) tubi in polietilene pannello a secco in polietilene di interasse 12,5cm (sp.3cm) c- isolante acustico tipo Celenit FL/230 (sp.1cm) d- doppio tavolato in legno di abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.2x2cm) e- camera d'aria per passaggio impianti di ventilazione (sp. 30+55cm) f- sistema di ancoraggio del controsoffitto g- isolante acustico in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.4cm) h- lastra di controsoffitto in fibro-cemento taglia fuoco tipo Eternit Hydropanel (sp.1,2cm) </p>		

STP.17	Unità tecnologica: Partizione orizzontale	PO.01 b
	Elemento tecnico: Solaio fra un ambiente caldo e uno freddo	
Dettaglio in sezione		Prestazioni zona palazzina spessore s 45+53 cm trasm. termica $U = 0,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ altre prest. $R_w > 55 \text{ dB}$ REI -
		Riferimenti
Descrizione Solaio intermedio potenziale se un ambiente non viene riscaldato, per esempio tra il primo e il secondo piano della Palazzina. La tecnologia è la stessa di quella del PO.01 a, senza sistema di riscaldamento e con uno strato isolante in più, come visto alla STP.02 per la CV.02.		
Leggenda del dettaglio a- pavimento in linoleum naturale tipo armastrong Marmorette Acoustic Plus (sp.1cm) b- massetto a secco costituito di due lastre di gesso-fibra tipo Xella-Fermacell (sp.2x1,25cm) c- isolante rigido in sughero tipo Celenit LSC (sp.3cm) d- isolante acustico tipo Celenit FL/230 (sp.1cm) e- doppio tavolato in legno di abete con flusso perpendicolare alle fibre (sp.2x2cm) f- camera d'aria (sp.18,5cm) g- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.10cm) h- lastra di OSB (sp.1,5cm) i- camera d'aria per passaggio impianti di ventilazione (sp.55cm) j- sistema di ancoraggio del controsoffitto k- isolante acustico in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.4cm) l- lastra di controsoffitto in fibro-cemento taglia fuoco tipo Eternit Hydropanel (sp.1,2cm)		

STP.18	Unità tecnologica: Partizione orizzontale	PO.02 a
	Elemento tecnico: Solaio riscaldato su galleria tecnica	
Dettaglio in sezione		Prestazioni zona open-space spessore s 54 cm trasm. term. U 0,21 W/m ² .K altre prest. R _w > 70 dB REI 120
		Riferimenti
Descrizione <p>Nell'open-space, sopra le gallerie tecniche interrato, la CO.01 si interrompe ed è sostituita da questo pacchetto. La struttura spessa in calcestruzzo armato concede a un'alta resistenza meccanica. Un pacchetto acustico - taglia fuoco in L3 è incollato sul lato della galleria. Il rivestimento sul lato dell'open space è lo stesso di quello sviluppato per la CO.01.</p>		
Leggenda del dettaglio a- massetto in cemento armato levigato tipo Edfan (sp.6cm) b- sistema di riscaldamento a pavimento tipo RDZ cover 40 : pannello Cover in schiuma di polietilene (sp.4cm) tubi in polietilene c- barriera al vapore (sp.0,3cm) d- isolante rigido in lana di roccia tipo Rockwool Steprock HD (sp.6cm) e- cemento armato (sp.30cm) f- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 35 taglia fuoco (sp.4,7cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,2cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.2,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm)		

STP.19	Unità tecnologica: Partizione orizzontale	PO.02 b
	Elemento tecnico: Solaio forabile su galleria tecnica	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona open-space spessore s 54 cm trasm. term. U 0,20 W/m ² .K altre prest. R _w > 70 dB REI 120
		Riferimenti
Descrizione <p>In alcuni posti precisi, la partizione orizzontale sulla galleria tecnica può essere forata, per il passaggio degli impianti di ventilazione in generale e per il passaggio dei tubi di riscaldamento a pavimento del primo piano. A questo scopo è stato interrotto il riscaldamento a pavimento per non rischiare di danneggiarlo durante la perforazione. L'isolante che sostituisce il polietilene dei pannelli radianti è il sughero. Così durante la foratura, non si creano delle polveri tossiche di polietilene. Il sughero protegge anche la lana di roccia, che può essere tagliata senza polveri irritanti (non è tagliata).</p>		
Leggenda del dettaglio a- massetto in cemento armato levigato tipo Edfan (sp.7,8cm) b- isolante rigido in polietilene (sp.5cm) c- barriera al vapore (sp.0,3cm) d- isolante rigido in sughero tipo Celenit LSC (sp.5cm) e- cemento armato (sp.30cm) f- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 35 taglia fuoco (sp.4,7cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,2cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.2,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm)		

STP.20	Unità tecnologica: Partizione orizzontale	PO.03
	Elemento tecnico: Tetto caldo e solaio dei spazi aggiuntivi	
Dettaglio in sezione		Prestazioni zona scatole spessore s 24+60 cm trasm. term. U 0,17 W/m ² .K altre prest. R _w > 58 dB REI 90
		Riferimenti
Descrizione <p>Questa partizione chiude in alto le scatole di un solo livello. Quando la scatola è composta di due livelli, questo pacchetto compone il solaio intermedio della scatola. Tutti i tetti delle scatole sono praticabili (attraverso da un accesso di servizio). Così la pulizia delle superfici più alte delle scatole di un solo livello è semplice. La tecnologia del lignum K è usata come strato portante e isolante di questo pacchetto, per non uscire dalla logica di semplicità di montaggio in cantiere. Il suo spessore è stato dimensionato rispetto alla luce del solaio. Il pacchetto di rivestimento posto sul lignum K è lo stesso di quello usato al PO.01 (STP.16).</p>		
Leggenda del dettaglio a- pavimento in linoleum naturale tipo armastrong Marmorette Acoustic Plus (sp.1cm) b- sistema di riscaldamento a pavimento a secco tipo Rehau Secco: massetto a secco costituito da due lastre di gesso-fibra tipo Xella-Fermacell (sp.2x1,25cm) lastra di diffusione del calore in alluminio e tubi di polietilene (sp.0,1cm) pannello a secco in polietilene di interasse 12,5cm (sp.3cm) c- isolante acustico tipo Celenit FL/230 (sp.1cm) d- pannello isolante strutturale tipo Lignum K di lunghezza 29,5cm (sp.14cm): lastra in abete (sp.2cm), isolante rigido in fibra di legno (sp.10cm), lastra in abete (sp.2cm) e- trave (sp. max 120cm) a vista su camera d'aria per passaggio impianti di ventilazione (sp. 55cm) f- sistema di ancoraggio del controsoffitto g- isolante acustico in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.4cm) h- lastra di controsoffitto in fibro-cemento taglia fuoco tipo Eternit Hydropanel (sp.1,2cm)		

STP.21	Unità tecnologica: Partizione orizzontale	PO.04
	Elemento tecnico: Pavimento di alte prest. acustiche su L.Tecnico	
Dettaglio in sezione 		Prestazioni zona auditorium spessore s 50 cm trasm. term. U 0,24 W/m ² .K altre prest. R _w > 70 dB REI 120
		Riferimenti
Descrizione <p>E' il pavimento dell'auditorium. Costituisce la separazione tra l'ambiente interno dell'auditorium e i locali tecnici posti sotto. Il riscaldamento dell'auditorium è ad aria calda, questo spiega l'assenza di sistema di riscaldamento a pavimento. Uno strato d'isolante morbido è incluso nella parte altra della stratigrafia per assorbire il rumore di calpestio che danneggia l'acustica globale dello spazio.</p>		
Leggenda del dettaglio a- pavimento in linoleum naturale tipo armastrong Marmorette Acoustic Plus (sp.1cm) b- massetto a secco taglia fuoco costituito di due lastre di gesso-fibra tipo Xella-Fermacell (sp.2x1,25cm) c- isolante morbido in fibra di cellulosa tipo Celenit Vital (sp.3cm) d- isolante rigido in sughero tipo Celenit LSC (sp.5cm) e- cemento armato (sp.30cm) f- lastra isolante sandwich tipo Celenit L3 75 taglia fuoco (sp.8,7cm): pannello taglia fuoco in fibro-cemento tipo Hydropanel (sp.1,2cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm) lastra isolante in lana di roccia alta densità (sp.6,5cm) lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (sp.0,5cm)		

7.3 La strategia di riqualificazione dell'esistente

La riqualificazione dell'esistente si sviluppa dal pavimento al tetto. Il pavimento esistente, in calcestruzzo, è stato rifatto migliorando le prestazioni e trasformandolo in un pavimento tecnologico,. Per motivi d'ingombro e di trasporto, abbiamo scelto di realizzare un piano interrato tecnico, con tutti i locali tecnici di controllo dell'ambiente, sotto il cortile e l'auditorium e delle gallerie sotto l'open space per il trasporto dei fluidi fino agli spazi da controllare. Questa logica dei sistemi è stata descritta all'interno del progetto impiantistico (capitolo 8). Nel pavimento vengono integrati, quindi, l'isolamento e il riscaldamento radiante. E' gettato nel calcestruzzo armato per permettere una maggiore resistenza meccanica per il carico scarico nell'edificio e per un uso non strutturalmente limitato per i laboratori e gli spazi di mostre.

Ricostruzione del
pavimento

L'involucro esistente viene isolato all'interno, per non rovinare l'aspetto esterno. Per mostrare chiaramente l'intervento e ottenere delle buone prestazioni riguardo all'acustica interna (tempo di riverberazione), il rivestimento interno di quest'involucro viene fatto in legno di cedro. Questo rivestimento è applicato non solo sui muri esterni, ma anche sul soffitto del tetto a shed, interamente rifatto in struttura leggera in legno posta sulla struttura in calcestruzzo armato esistente per ragioni strutturali.

Riqualificazione
dell'involucro esistente

Nella palazzina, quando era possibile per le pareti interne portanti ed esistenti, sono mantenuti i mattoni pieni a vista almeno su un lato: l'estetica "calda" del ristorante ne è un buon esempio. Tuttavia in questa zona, come per il tetto a shed, tutte le partizioni e chiusure orizzontali erano in stato di degrado avanzato. La struttura in calcestruzzo armato anche qui è stata mantenuta e le partizioni sono state rifatte con tecnologia a secco in legno. Oltre la logica globale, questa scelta permette la riduzione dei ponti termici potenziali dovuti alla scelta dell'isolamento interno.

Riqualificazione della
palazzina

La tavola 7.01 rappresenta i dettagli riguardanti la Palazzina e alla sua riqualificazione.

PALAZZINA Intervento di recupero

Stratigrafia Copertura piana della palazzina

- manto imperme. sintetico a base di poliolefine flessibili, armato con un velo di vetro, con strato di protezione
- isolante rigido in sughero (2x4cm)
- isolante acustico (sp.1cm)
- strato di pendenza 1% in sabbia (sp.min.2cm)
- doppio tavolato in legno di abete con fl usso perpendicolare alle fi bre (sp.2x2cm)
- sottostruttura di legno con un riempimento di isolante morbido in fibra di cellulosa (sp.10cm)
- lastra di OSB (sp.1,5cm)
- barriera al vapore
- controsoffitto: isolante acustico in fibra di cellulosa (4cm) + lastra di controsoffitto in fi bro-cemento taglia fuoco (1,2cm)

Stratigrafia Solaio intermedio della palazzina

- pavimento in linoleum naturale
- massetto a secco costituito di due lastre di gesso-fibra (2x1,25cm)
- sistema di riscaldamento a pavimento a secco
- isolante acustico (1cm)
- doppio tavolato in legno di abete con flusso perpendicolare alle fibre (2x2cm)
- contro-soffitto : isolante acustico in fi bra di cellulosa (4cm) + lastra di controsoffitto in fi bro-cemento taglia fuoco (1,2cm)

Stratigrafia solaio contro terra della palazzina

- massetto in cemento armato levigato (6cm)
- sistema di riscaldamento a pavimento (4cm)
- barriera al vapore (0,3cm)
- isolante rigido in lana di roccia (6cm)
- getto di calcestruzzo (7cm) armato con una rete (diametro 8mm) electrosaldata di maglia 15x15cm
- cassero a perdere con camera d'aria di 31,5cm (40cm)
- magrone (9cm)

Stratigrafia Parete perimetrale della palazzina

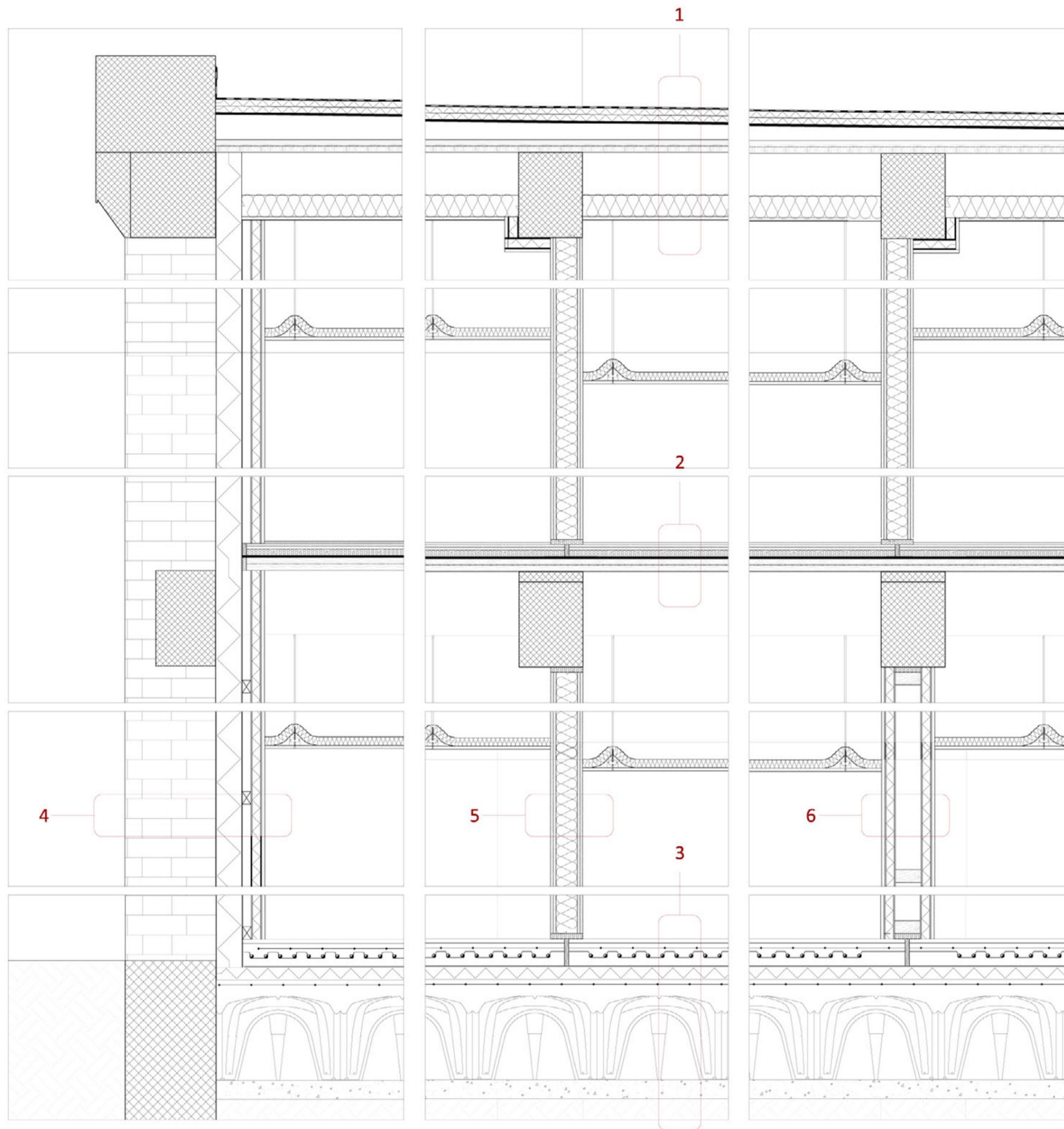
- muratura in mattoni pieni di 13,5x28x5,5 (42,5cm)
- malta collante (0,2cm)
- isolante rigido in lana di roccia accoppiata ad una barriera al vapore sul lato caldo (12,3cm)
- intercapedine d'aria (sp.4cm)
- lastra isolante sandwich tagliafuoco (sp.6,5cm): lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (0,5cm) + lastra isolante in lana di roccia alta densità (4cm) + lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (0,5cm)
- pannello taglia fuoco in fibro-cemento (1,5cm)

Stratigrafia parete interna 1

- doppio pannello taglia fuoco in fibro-cemento (2x1,2cm)
- telaio in acciaio (con profi li a U e C) riempito d'isolante morbido in fi bra di cellulosa (10cm)
- doppio pannello taglia fuoco (2x1,2cm)

Stratigrafia parete interna 2

- lastra isolante sandwich taglia fuoco (6,5cm) : pannello taglia fuoco in fi bro-cemento (1,5cm) + lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (0,5cm) + lastra isolante in lana di roccia alta densità (4cm) + lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (0,5cm)
- camera d'aria (sp.12cm)
- lastra isolante sandwich (6,5cm)



Sezione verticale 1:20

7.4 La doppia pelle dell'auditorium

L'auditorium è uno spazio che si distingue dagli altri: esce dell'involucro, ha una struttura propria, necessaria per le sue grandi luci. per questi motivi, quindi, dispone un involucro rigido incluso nella struttura esistente. La sua flessibilità si sviluppa all'interno con la modularità delle attrezzature per lo spettacolo, e all'esterno, con l'appoggio potenziale di scatole contro l'auditorio stesso. In questo modo richiama tutti gli elementi del progetto dentro al progetto, come una mise en abyme.

Mise en abyme dell'auditorium

La necessità di poter appoggiare delle scatole alla sua faccia esterna, l'estetica delle passerelle e il bisogno di spazio tecnico attorno al "cuore" dell'auditorium, dove si sviluppa lo spettacolo, ci hanno portato a creare un corridoio tecnico a tutta altezza, largo 3 metri sui tre lati dell'auditorium, in connessione con il resto del progetto. Questo "spazio buffer" fra le due pelli dell'auditorium viene anche usato con lo scopo d'inerzia termica e acustica. Il concetto è sviluppato alla scheda tecnologica del progetto STP.15.

La doppia pelle dell'auditorium

Lo spazio buffer è una transizione tra due mondi: l'open-space e l'auditorium. Ecco perché vengono nascoste nella "seconda pelle" dell'auditorium delle travi ad altezza 3,90 metri della stessa tipologia che quelle delle scatole. Servono per dare rigidità alla pelle, ma quando una scatola viene appoggiata a questa pelle leggera, servono come trave di appoggio del solaio intermedio. Una parte della pelle può essere smontata sopra o sotto questa trave per permettere alla scatola di "entrare" nello spazio tecnico.

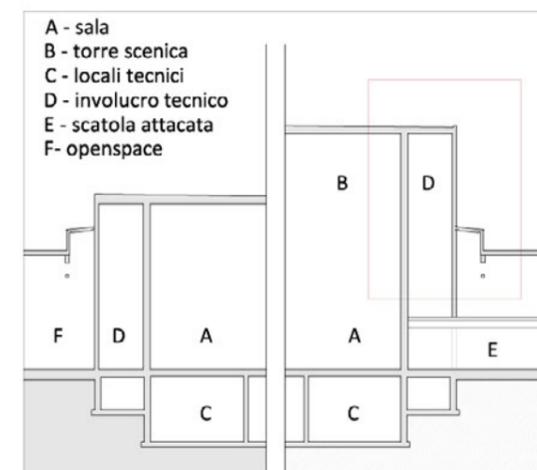
Connessione con le scatole

Questa seconda pelle non rappresenta solo un vincolo con le scatole dell'open space. Il fatto che sporga dal tetto rappresenta una sfida strutturale e termica di vincolo tra le due strutture, quella esistente del tetto a shed e quella innovativa dell'auditorium. Per risolvere questo nodo e dare una luce zenitale sull'oggetto atipico "auditorium", è stato utilizzato un meccanismo di vetrata flessibile, con una struttura a perno e giunti in neoprene: permettono di realizzare una chiusura termica e adattarsi alle differenze di dilatazione delle strutture fatte in materiali diversi. Questo nodo risolve anche il problema della tenuta all'acqua: il vetro esterno della vetrocamera sporge per condurre l'acqua verso il sistema di gronda aggiuntivo posto sul tetto a shed. il vetro interno funziona come giunto strutturale, acustico e termico.

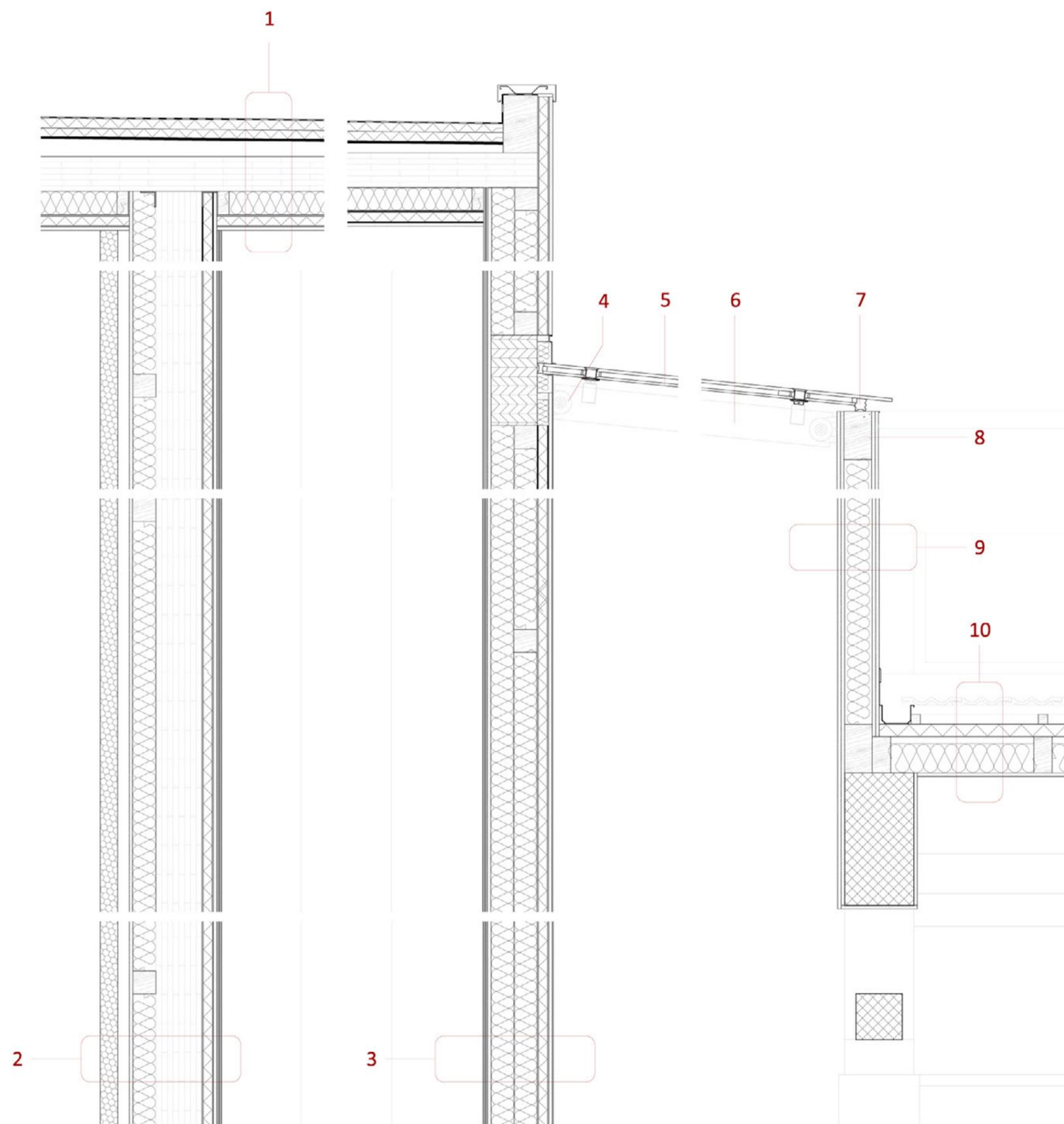
Connessione con il tetto a shed

La tavola 7.02 presenta i dettagli importanti dell'auditorium.

AUDITORIUM Connessione con il tetto esistente



1. Stratificazione tetto dell'auditorium
 - manto impermeabile sintetico a base di poliolefine flessibili, armato con un velo di vetro, con strato di protezione (0,5cm)
 - isolante rigido in sughero (2x4cm)
 - isolante acustico (1cm)
 - strato di pendenza in sabbia (2cm mini)
 - strato portante "crossplan in legno di abete massiccio (15cm)
 - isolante morbido in fibra di cellulosa (10cm)
 - barriera al vapore
 - lastra isolante sandwich taglia fuoco
2. Stratificazione parete interna dell'auditorium
 - doppia lastra fonoisolante (2x1cm)
 - lastra isolante sandwich taglia fuoco (6,5cm)
 - camera d'aria (2cm)
 - strato portante "crossplan" in legno di abete massiccio (20cm)
 - isolante morbido in fibra di cellulosa (10cm)
 - pannello taglia fuoco in fibro-cemento (1,5cm)
 - camera d'aria (5cm)
 - materassino fonoassorbente per interno auditorium con lastra di piombo inclusa (7,5cm)
3. Stratificazione parete esterna dell'auditorium
 - rivestimento sfumato cementizio
 - lastra isolante sandwich : pannello taglia fuoco in fibro-cemento, lana di legno mineralizzata, lana di roccia alta densità, lana di legno mineralizzata (6,5cm)
 - isolante morbido in fibra di cellulosa (2x10cm)
 - pannello taglia fuoco in fibro cemento (1,2cm)
 - doppia lastra fonoisolante (2x1cm)
4. Articolazione
5. Vetrocamera con vetro esterno di sicurezza 6mm
6. Profilo di alluminio estruso
7. Guarnizione flessibile in EPDM
8. Trave di legno 12x20cm
9. Stratificazione chiusura di connessione tra l'auditorium e il tetto esistente: sotto-struttura di legno rivestita da lastra di fibrocemento e riempita di isolante termico morbido
10. Stratificazione del tetto esistente
 - tegole tipo marsigliese
 - listello di legno per appoggio delle tegole (4x4cm)
 - listello di legno per camera d'aria (4x4cm)
 - membrana traspirante
 - isolante rigido in fibra di legno (5cm)
 - trave secondarie in legno con riempimento di isolante morbido in fibra di cellulosa
 - lastra taglia fuoco (1cm)
 - rivestimento interno in cedro (1.8cm)



Sezione verticale 1:20

AUDITORIUM

Connessione con una scatola



1. Stratigrafia parete interna dell'auditorium
- doppia lastra fonoisolante (2x1cm)
 - lastra isolante sandwich taglia fuoco (6,5cm)
 - camera d'aria (2cm)
 - strato portante "crossplan" in legno di abete massiccio (20cm)
 - isolante morbido in fibra di cellulosa (10cm)
 - f- pannello taglia fuoco in fibro-cemento (1,5cm)
 - g- camera d'aria (5cm)
 - h- materassino fonoassorbente per interno auditorium con lastra di piombo inclusa (7,5cm)

2. Stratigrafia solaio chiudendo le scatole
- pavimento in linoleum naturale (sp.1cm)
 - massetto a secco costituito di due lastre di gesso-fibra (2x1,25cm)
 - isolamento rigido (3cm)
 - isolante acustico (1cm)
 - pannello isolante strutturale Lignum K (14cm)
 - trave 15 x 60cm
 - controsoffitto : isolante acustico in fibra di cellulosa (4cm) e lastra di fibro-cemento taglia fuoco (1,2cm)

3. Stessa stratigrafia che prima ma con riscaldamento a pavimento a secco al posto dell'isolante rigido (3cm)

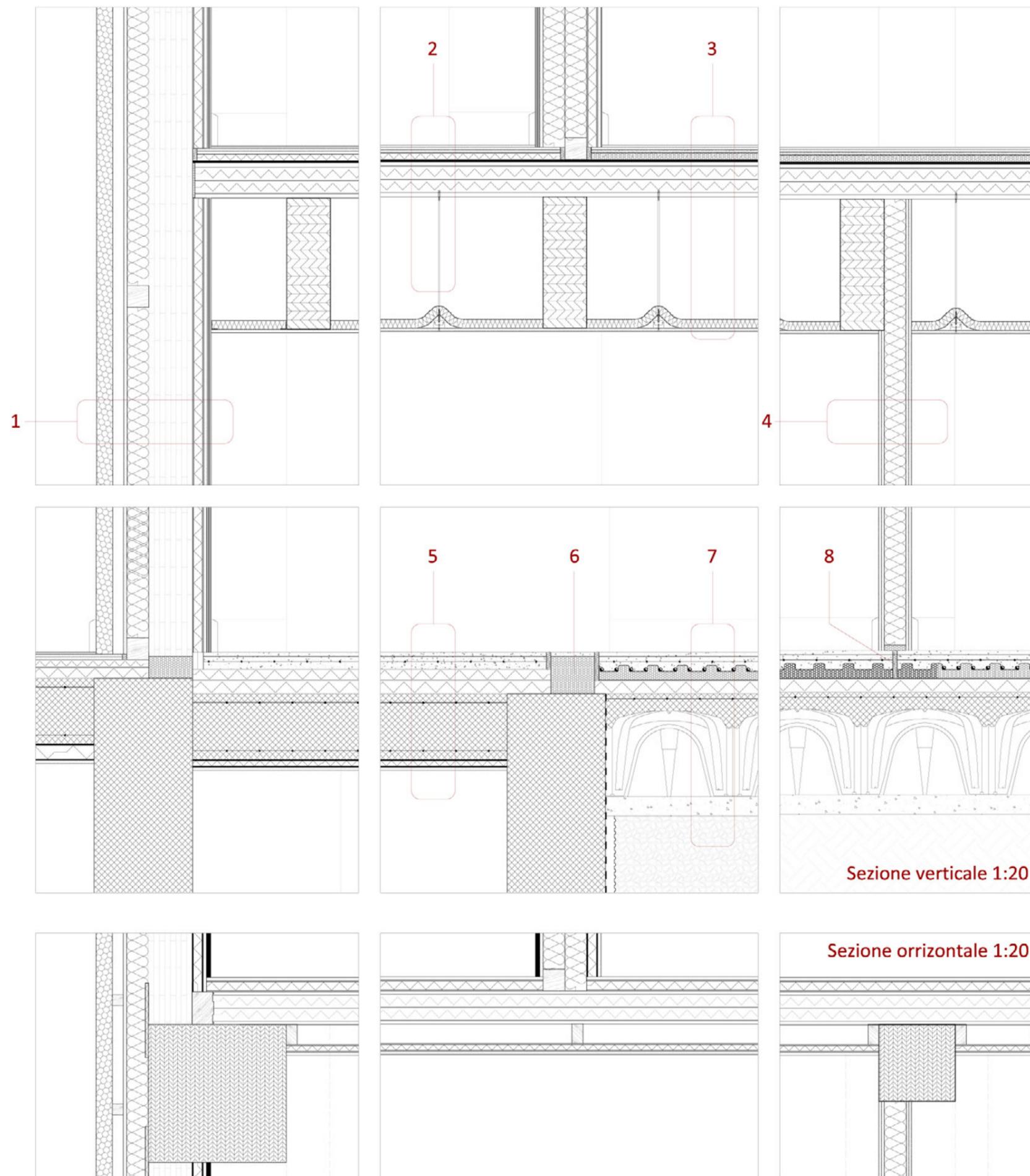
4. Stratigrafia parete di separazione singola
- doppio pannello taglia fuoco in fi bro-cemento (2x1,2cm)
 - telaio in acciaio (con profili a U e C) riempito d'isolante morbido in fi bra di cellulosa (10cm)
 - doppio pannello taglia fuoco in fi bro-cemento (2x1,2cm)

5. Stratigrafia solaio dell'auditorium
- pavimento in linoleum naturale (1cm)
 - massetto o a secco taglia fuoco costituito di due lastre di gesso-fi bra (2x1,25cm)
 - isolante morbido in fi bra di cellulosa (3cm)
 - isolante rigido in sughero (5cm)
 - cemento armato (30cm)
 - lastra isolante sandwich taglia fuoco (8,7cm): pannello taglia fuoco in fi bro-cemento (1,2cm) + lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (0,5cm) + lastra isolante in lana di roccia alta densità (6,5cm) + lastra isolante rigida in lana di legno mineralizzata (0,5cm)

6. Cemento cellulare

7. Stratigrafia chiusura orizzontale openspace
- massetto in cemento armato levigato (6cm)
 - sistema di riscaldamento a pavimento : pannello in schiuma di polietilene (4cm) + tubi in polietilene
 - barriera al vapore (0,3cm)
 - isolante rigido in lana di roccia (6cm)
 - getto di calcestruzzo (7cm) armato con una rete (diametro 8mm) electrosaldata di maglia 15x15cm
 - cassero a perdere con camera d'aria di 31,5cm (40cm)
 - magrone (9cm)

8. Giunto di dilatazione



7.5 Strategia innovativa e adattativa delle scatole

Le scatole sono state progettate con una tecnologia stratificata a secco estremamente semplice e rapida da mettere in opera.

La problematica maggiore del montaggio di simili strutture si riscontra al punto d'incontro con l'edificio esistente: la maglia su cui si allinea la parete delle scatole corrisponde, infatti, con la struttura dell'edificio esistente.

Di conseguenza, i muri delle scatole incontrano spesso dei pilastri preesistenti.

Per gestire questa problematica importante, abbiamo deciso di montare le pareti in modo tale che i pilastri siano inglobati nella scatola.

Questa scelta è anche appoggiata da quelle che sono le nostre scelte architettoniche : se i pilastri fossero stati esterni alla parete allora le scatole sarebbero sembrato incastrate all'interno dell'edificio esistente.

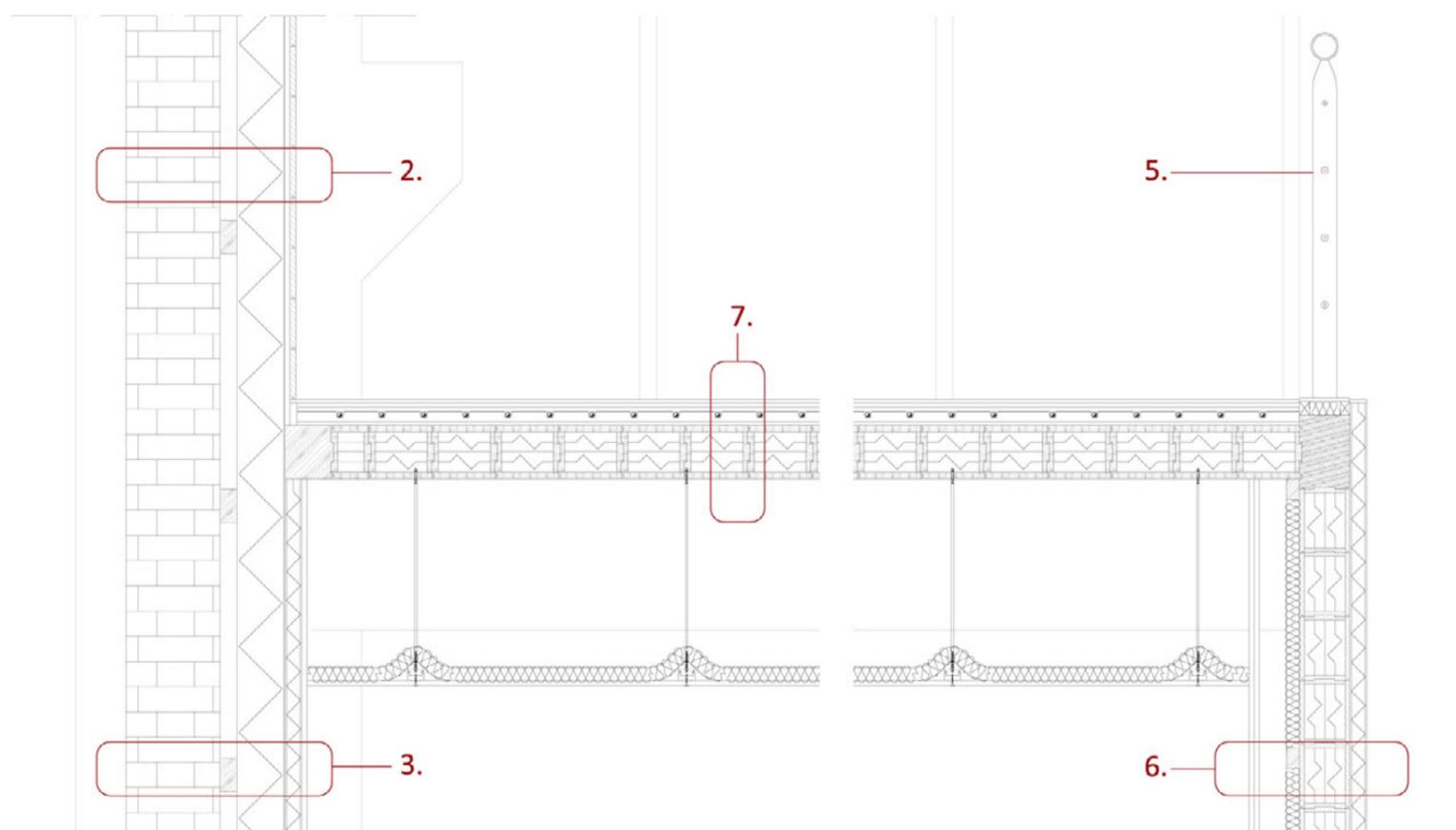
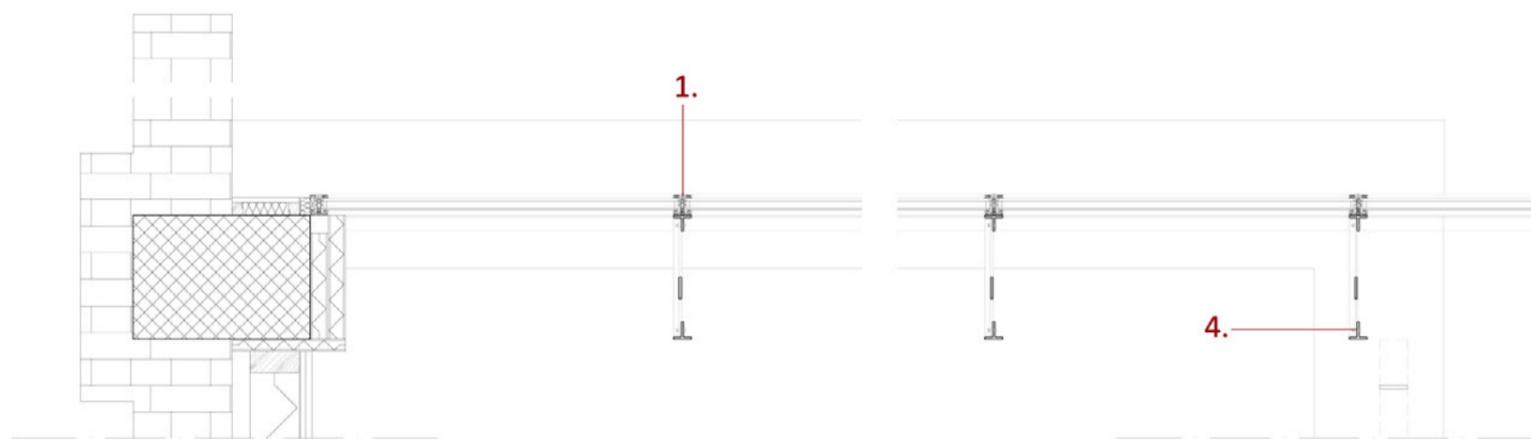
Un'altra scelta rilevante è stata quella dell'orientamento delle trave primarie; infatti la direzione nord-sud è stata preferita a quella est-ovest, affinché la lunghezza dei moduli è sembrasse di dimensioni minori lungo questo asse.

Le due scelte preliminari presentate impongono un sdoppiamento della trave delle scatole affinché venga retta la struttura del solaio; inoltre, questo tipo di configurazione presenta il vantaggio di ridurre la dimensione delle trave e quindi l'altezza stessa del solaio.

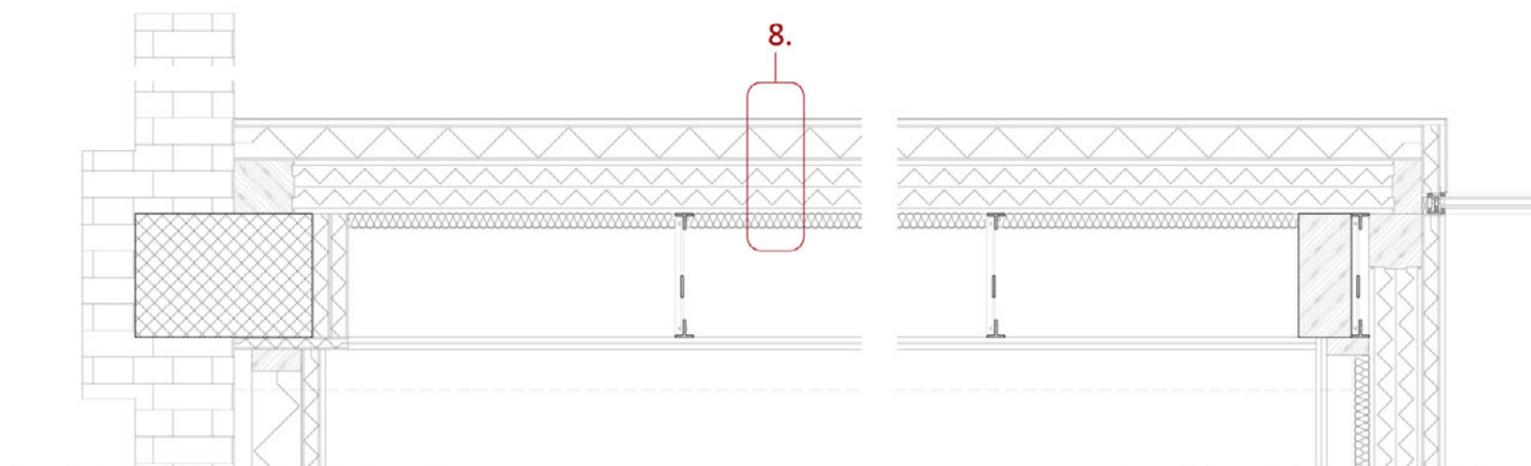
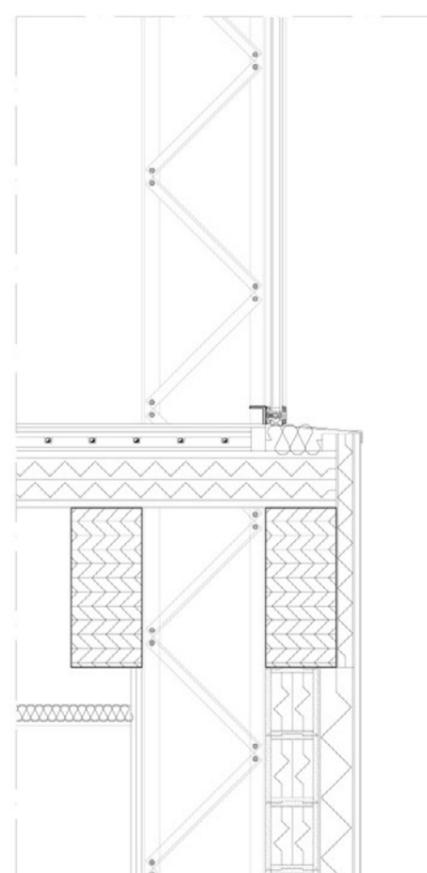
Un'ultima osservazione non è da sottovalutare in quanto la luce massima coperta dalle travi è molto rilevante (12m). Inoltre, permette anche di rendere il montaggio più agevole attraverso la riduzione del peso proprio degli elementi utilizzati.

L'elemento portante secondario è il Lignum K. E' usato sia nei muri sia nei solai. Viene posizionato sul lato esterno del sistema trave-pilastri, per favorire la continuità dell'isolante.

Sezione orizzontale 1:20



Sezione verticale 1:20



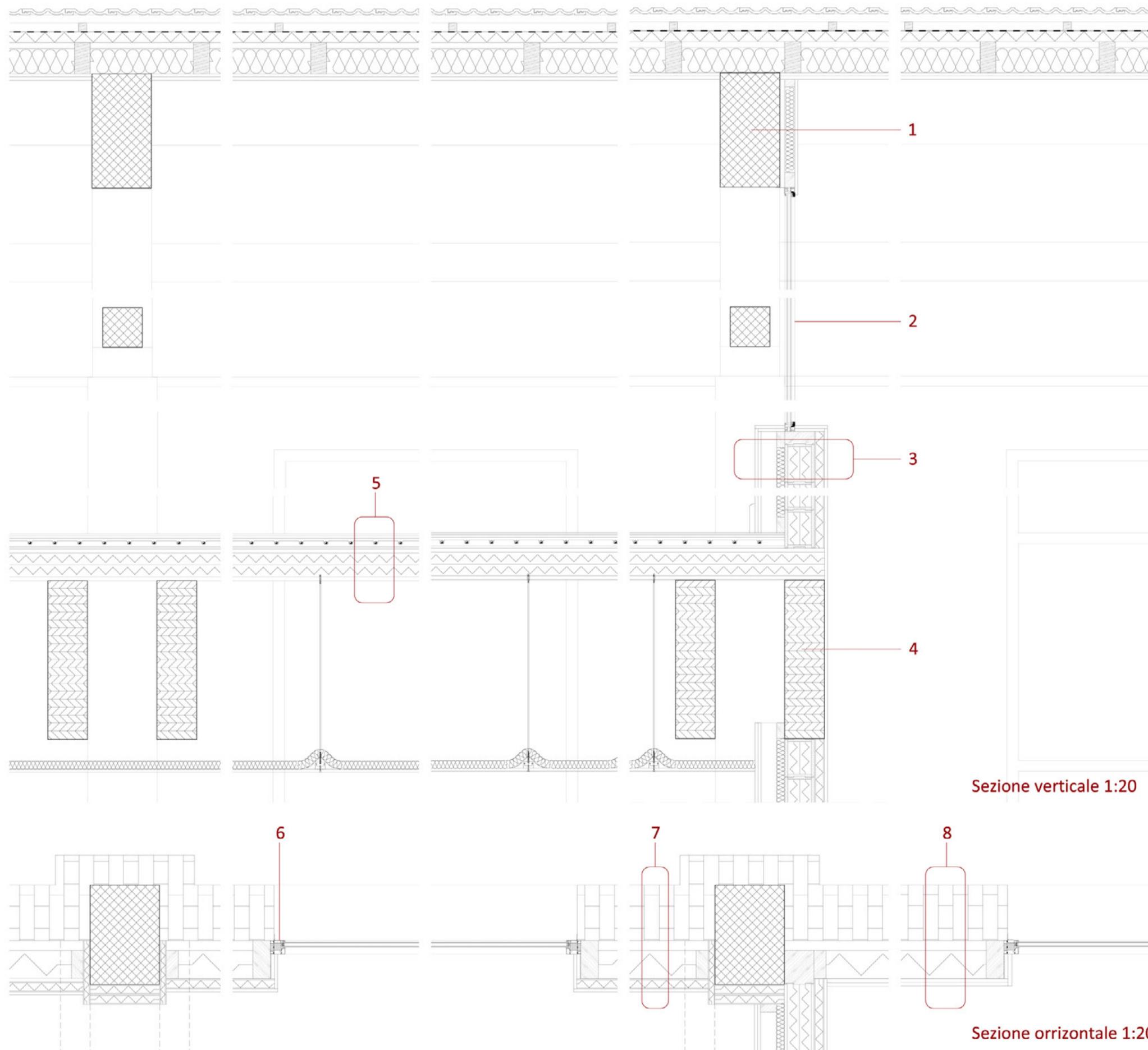
Sezione orizzontale 1:20

SCATOLA A UNO PIANO Incontro con il muro perimetrale esistente e la vetrata Est

1. Vetrate Schüco FW50+ per struttura riportata
2. Stratificazione chiusura esterna dell'openspace
 - muratura in mattoni pieni (28cm)
 - camera d'aria (5cm)
 - isolante rigido in fibra di legno (14cm)
 - barriere al vapore
 - lastra di cartongesso taglia fuoco (1,5cm)
 - rivestimento interno in cedro
3. Stratificazione chiusura esterna delle scatole
 - muratura in mattoni pieni
 - camera d'aria
 - isolante rigido in fibra di legno (14cm)
 - barriere al vapore
 - pannello sandwich preaccoppiato
 - lastra di cartongesso
4. Pilastro reticolare in acciaio
5. Ringhiera in acciaio
6. Stratificazione parete delle scatole
 - lastra di cartongesso
 - pannello sandwich
 - pannello isolante strutturale (tipo Lignum K)
 - fibra cellulosa (4cm)
 - intercapedine tecnico
 - doppia lastra di cartongesso.
7. Stratificazione solaio intermedio delle scatole
 - linoleum
 - massetto a secco
 - lastra di diffusione del calore
 - isolante acoustico
 - pannello isolante strutturale
 - controsoffitto in fibro-cemento taglia fuoco
8. Stratificazione chiusura delle scatole (lato vetrate)
 - pannello sandwich
 - pannello isolante strutturale (tipo Lignum K)
 - fibra cellulosa (4cm)
 - intercapedine tecnico
 - doppia lastra di cartongesso.

SCATOLE A DUE PIANI Incontro con il muro perimetrale esistente

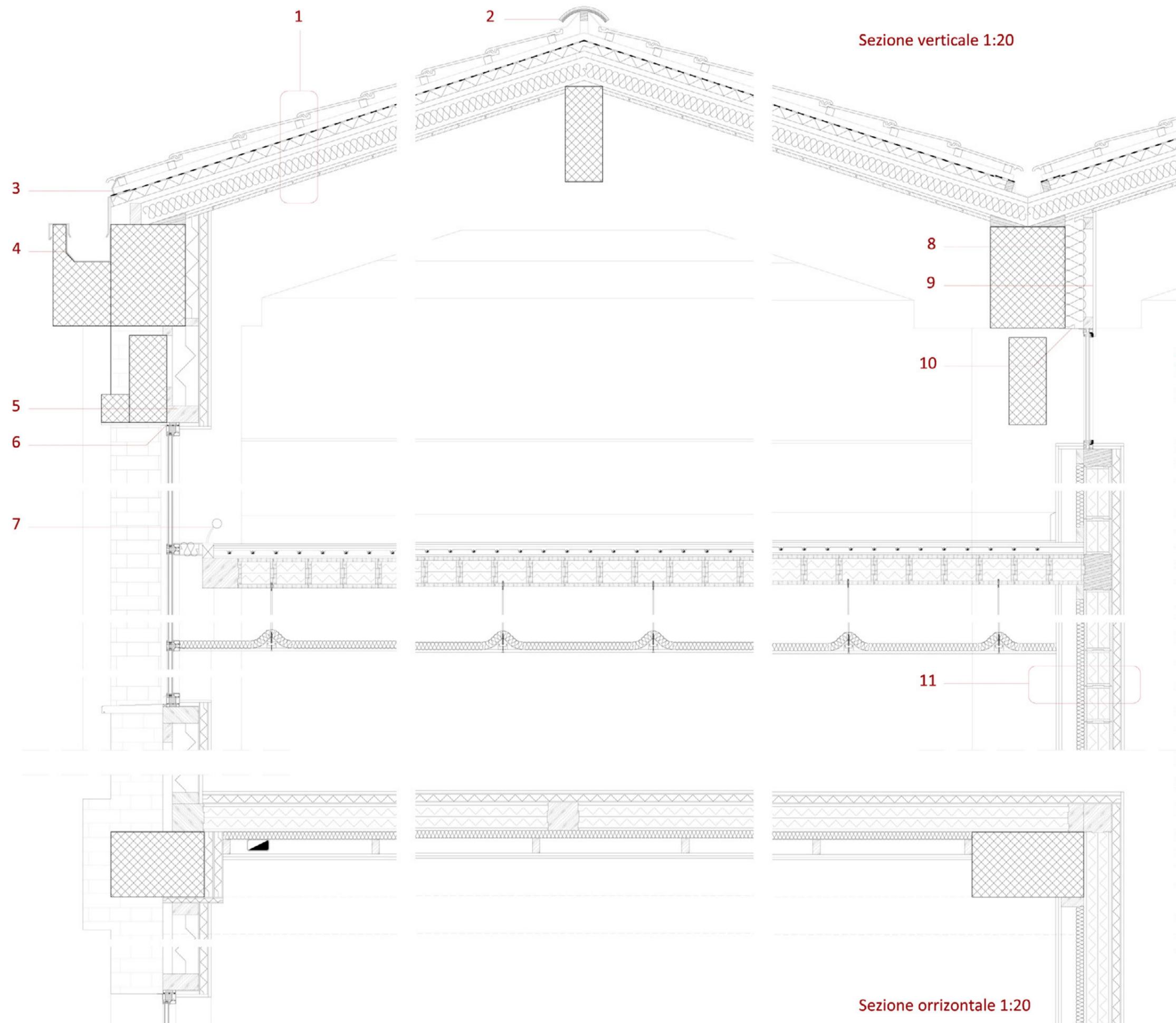
1. Capriata prefabbricata in c.a.
2. Serramenti con telaio in alluminio e vetro camera
3. Stratificazione parete opaca delle scatole
 - pannello sandwich taglia fuoco
 - pannello isolante strutturale prefabbricato (LignumK)
 - fibra cellulosa
 - intercapedine tecnico
 - doppio strato di cartongesso
4. Trave di legno lamellare (20 x 70 cm)
5. Stratificazione solaio intermedio delle scatole
 - pavimento in linoleum
 - massetto a secco
 - lastra di diffusione
 - sistema di riscaldamento a pavimento a secco
 - isolante acustico
 - pannello isolante strutturale prefabbricato (Lignum K)
 - controsoffitto in fibro-cemento taglia fuoco
6. Serramento con telaio di acciaio e vetro camera bassoemissivo
7. Stratificazione chiusura esterna delle scatole
 - muratura in mattoni pieni
 - camera d'aria
 - fibra di legno (14cm)
 - barriera al vapore
 - pannello sandwich
 - lastra di cartongesso
8. Stratificazione chiusura dell'openspace
 - muratura in mattoni pieni
 - camera d'aria
 - fibra di legno (14cm)
 - barriera al vapore
 - lastra di cartongesso taglia fuoco
 - rivestimento interno in cedro



Sezione verticale 1:20

Sezione orizzontale 1:20

Sezione verticale 1:20



Parte III : Approfondimenti

Capitolo 8

Il progetto impiantistico ed ambientale

Il progetto impiantistico è stato elaborato intorno al tema dell'integrazione funzionale, ambientale e architettonica. La strategia adottata è basata sulla "prossimità" dell'impianto all'utente, in questo modo è garantito il comfort e risparmio energetico. Il piano interrato è da considerarsi come spina dorsale impiantistica del nostro progetto, assumendo un ruolo di produzione e di trasporto. Le fonti energetiche sono prevalentemente rinnovabili: è stato previsto l'utilizzo di acqua di falda, acqua piovana ed energia solare.

8.1 Obiettivi e potenzialità del progetto impiantistico

Presentazione delle strategie del progetto impiantistico

8.2 Scelte tecniche e logica generale

Tecnologia usata e gestione globale dei impianti

8.3 Predimensionamento e integrazione architettonica

Calcoli e piante dei sistemi di ventilazione e riscaldamento

8.4 Dimensionamento dei sistemi secondari

Elettricità solare e recupero dell'acqua piovana

8.5 Conclusione

8.1 Obiettivi e potenzialità del progetto impiantistico

Obiettivi

Il progetto del sistema impiantistico di un edificio ha come scopo generale la descrizione sia di tutti i sistemi attivi di controllo dell'ambiente interno sia dei sistemi di produzione delle risorse necessarie per il suo funzionamento.

Il controllo dell'ambiente si suddivide in due processi: il controllo termico e il ricambio dell'aria. Il primo è un aspetto fondamentale per garantire il comfort delle persone: si deve adattare ai loro bisogni o alle attività che si svolgono nell'edificio e deve limitare l'umidità negli spazi. Il ricambio dell'aria, invece, è un requisito importante per la salubrità degli spazi confinanti, che possono essere contaminati da odori, anidride carbonica in eccesso o da fumi.

Il requisito fondamentale per la scelta dei sistemi è l'integrazione con il resto del progetto. Ci siamo dati come obiettivo il predimensionamento degli impianti e una descrizione globale del loro funzionamento, sviluppando tre punti riguardanti il tema de "l'integrazione":

- l'integrazione funzionale: come realizzare un sistema per la gestione dell'impiantistica centralizzata di una "piccola città" - un insieme di spazi caratterizzati da funzioni diverse- compatibile con la sua logica funzionale?
- l'integrazione "sostenibile": come consumare al minimo le risorse e sfruttare le ricchezze del lotto? Come garantire durabilità importante al sistema impiantistico, in particolare grazie a una grande flessibilità durante il ciclo di vita dell'edificio?
- l'integrazione architettonica: che ruolo ha il progetto impiantistico in relazione alle scelte architettoniche? Che risposte sono date dalle scelte estetiche?

Potenzialità dell'esistente e del lotto e scelte già fatte

L'edificio industriale esistente, caratterizzato da una struttura imponente e regolare con una copertura retta da capriate in calcestruzzo armato, ci ha già orientati verso l'utilizzo di un metodo costruttivo di tipo modulare degli spazi aggiuntivi, chiamati "scatole": la maglia strutturale esistente formata in pianta da moduli di 5x13metri è stata a sua volta suddivisa in moduli funzionali di 5x2,15metri, così che risulti un totale di 6 moduli funzionali per ogni modulo strutturale. Considerando le tre dimensioni, i moduli funzionali si sviluppano su due livelli, quindi nell'intera struttura vi sono 12 moduli funzionali per ogni modulo strutturale.

In una visione globale dell'edificio alcune scelte sono già dettate dalla struttura stessa e dalle scelte costruttive:

- un piano interrato è previsto unicamente per ospitare gli impianti: i locali tecnici

di controllo dell'ambiente si collocano sotto la corte interna e sotto l'auditorio, zone dove non erano presenti delle fondazioni oppure dove esse sono state rifatte ex-novo (auditorio).

- I circuiti principali di distribuzione dei fluidi (ventilazione e riscaldamento) percorrono delle gallerie che attraversano l'edificio da est a ovest. Queste gallerie si sviluppano al centro dei moduli strutturali, così da non interferire con le fondazioni esistenti, con una larghezza pari a quella del modulo funzionale sotto al quale sono disposte.

- I sistemi esterni di presa ed evacuazione d'aria sono posti semplicemente sui tetti piani della Palazzina e dell'auditorio.

Oltre a questi elementi che riguardano l'organizzazione spaziale dell'edificio, altri aspetti possono risultare rilevanti e costituire una fonte di energia per il progetto:

- una falda freatica è presente ad una profondità abbastanza ridotta e costante, quindi potrebbe essere utilizzata per soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio.

> Piezometria della falda, media anno 2004(m s.l.m) : 20 – 30m

> Variazione piezometrica : lieve innalzamento (da 0 a 0,2m /anno)

- la superficie delle coperture dell'edificio risulta essere fondamentale. Infatti è realizzata per la maggior parte con il sistema a shed con metà delle falde orientate a sud-ovest. Data la posizione favorevole, la maggior parte della radiazione solare che colpisce queste falde può essere sfruttata per l'installazione di pannelli solari.

- infine la dimensione considerevole della superficie del tetto potrebbe risultare favorevole al recupero delle acque meteoriche che devono essere evacuate da esso.

8.2 Scelte tecniche e logica generale

Sistema di riscaldamento radiante a pavimento

L'impianto di riscaldamento, costituito da pannelli radianti a pavimento, è stato scelto per una ragione di flessibilità: infatti non sottrae spazio ai locali e consente un controllo indipendente della temperatura per ogni modulo strutturale. I pannelli sono disposti in modo tale da coprire l'intera superficie del piano terra e suddivisi per far sì che ad ognuno di essi corrisponda un modulo funzionale. Così facendo un cambiamento di posizione delle "scatole" nel futuro porterebbe solo ad una regolazione dei pannelli.

Gli stessi pannelli sono stati utilizzati dov'era presente un primo piano, ossia sul tetto praticabile delle "scatole" oppure nella stratigrafia dei solai intermedi, all'interno delle scatole.

I pannelli installati al piano terra rientrano nelle stratigrafie del pavimento controterra; essi, quindi, sono posti e successivamente coperti con un getto di calcestruzzo armato. In questo modo è garantita la resistenza meccanica della soletta, requisito fondamentale soprattutto per permettere le operazioni di carico e scarico di materiali costruttivi in fase di cantiere. Questi pannelli sono integrati all'esistente durante il processo di rifacimento del pavimento.

I pannelli del primo piano, invece, essendo spazi aggiunti rispetto all'esistente, sono integrati all'interno di una stratigrafia con metodologia a secco. Con questa scelta, i solai intermedi sono facilmente montabili e smontabili. Inoltre, il loro peso può rimanere limitato. I tubi d'acqua calda che collegano questi pannelli con le gallerie tecniche s'inseriscono nell'intercapedine dietro alla controparete del pianoterra.

L'unica zona dove non è stato utilizzato questo sistema di riscaldamento è l'auditorio, essendo la platea e il palco spostabili. La scelta effettuata predilige un impianto di riscaldamento su tutto il volume dell'auditorio con un sistema ad aria calda soffiata (descritta in una parte seguente).

Elementi determinati precedentemente : zone riscaldate a pavimento, tecnologia a secco e gettata

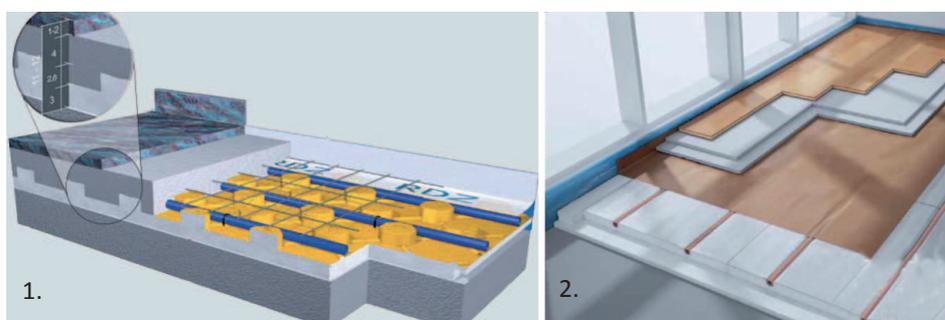


Figura 8.1 Sistemi di riscaldamento a pavimento :
1. gettato
2. a secco

Un sistema di “prossimità” : comfort e risparmio energetico

Il vantaggio tecnologico del riscaldamento radiante a pavimento rispetto ad altri sistemi è riscontrabile nel comfort degli utenti e nel risparmio energetico durante il suo funzionamento:

- il riscaldamento è presente su tutte le superfici occupate, impedendo la presenza di “zone fredde”

- nelle zone molto grandi (open-space), il volume d’aria effettivamente riscaldato è di altezza ridotta e si concentra vicino al pavimento. La temperatura radiante, media delle temperature delle superfici intorno all’utente, è elevata grazie al pavimento caldo. La temperatura percepita è quindi piacevole e non serve riscaldare gli strati di aria più in alto. I movimenti d’aria in questi strati possono essere complessi e difficili da calcolare, però non interferiscono con la sensazione di comfort degli utenti.

- la regolazione delle temperature può essere differente in ogni spazio, per ogni pannello di circa mq.10 (2,15x5m)

- > differenza di temperatura scelta, per esempio tra l’open space (circolazione a una temperatura percepita di 16°C) e gli spazi chiusi (locali a una temperatura di 20°C), e quindi differenza di portata d’acqua nei pannelli.

- > retrocontrollo della temperatura dell’ambiente mediante dei sensori di temperatura, per esempio per differenziare le portate d’acqua in un pannello radiante situato sotto le finestre a nord dell’edificio da quella in un pannello situato a sud in piena luce del sole.

- i pannelli radianti sono un sistema a bassa temperatura e favoriscono un risparmio energetico. Possono inoltre essere utilizzati per il raffrescamento estivo

La scelta del riscaldamento radiante a pavimento permette quindi di ottenere un’elevata sensazione di comfort e un consumo energetico ridotto rispetto ad altri sistemi perché è vicino all’utente: si adatta alla funzione (regolazione 20°C/16°C), alla situazione (sensori) e si limita al riscaldamento dell’utente (zona di comfort di spessore ridotta nell’open-space), usando solo un fluido a temperatura ridotta. Possiamo parlare di un sistema di “prossimità”.

Dati tecniche utile all’integrazione globale

E’ stato scelto un sistema di riscaldamento a pavimento ad acqua con dei tubi in polietilene ad alta densità reticolato nella sua massa e ad alta resistenza alla compressione per il sistema al piano terra:

- per il piano terra, il sistema scelto è il RDZ cover 40, costituito di un pannello in schiuma di polietilene di 4 centimetri di spessore ad alta resistenza meccanica (resistenza alla compressione a 2% di 82kPa secondo UNI826). I tubi sono fissati con delle clips sul pannello. Il getto di cemento armato sul pannello è di 4 centimetri. La temperatura massima di utilizzo è di 70°C.

- per i piani superiori, è consigliato l’uso del sistema Rehau a secco, composto di

panelli in polistirolo espanso EPS dotati sul lato superiore di profili a conduzione termica rivestiti di alluminio per una migliore omogeneità del riscaldamento. Il massetto è “a secco”. La resistenza alla compressione del pacchetto è di 45kPa, che è abbastanza per le funzioni che si svolgeranno ai piani superiori.

- ogni pannello radiante indipendente (un modulo funzionale) è collegato a un collettore “6+6”, capace di gestire 6 moduli in parallelo e indipendentemente. Ogni collettore potrà coprire di conseguenza un modulo strutturale di 13x5 metri. Questo è alimentato dal circuito principale d’acqua calda proveniente dalla pompa di calore.

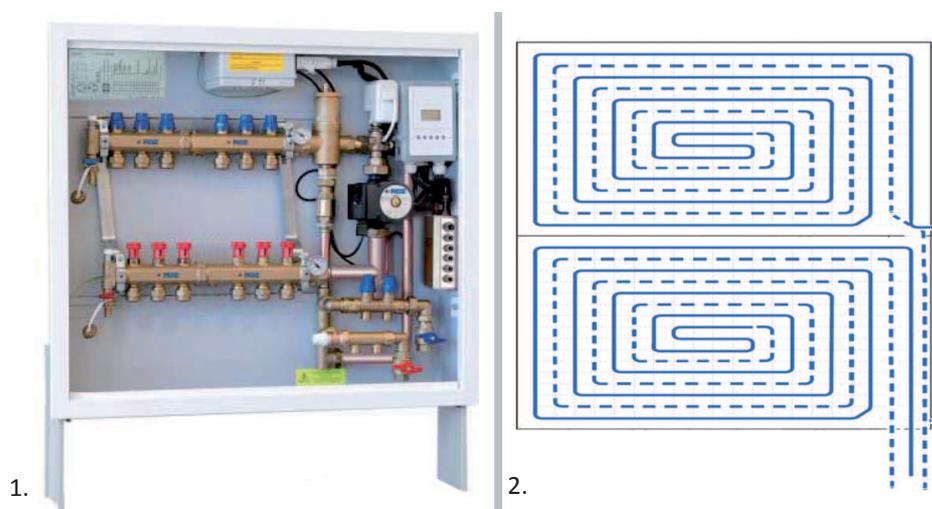


Figura 8.2 Il controllo dei pannelli radianti:
1.collettore 6+6 (RDZ)
2. integrazione dei tubi su due moduli funzionali

Sistema di ventilazione generale e uso della ventilazione a dislocamento

Ad eccezione dell’auditorium, dove la ventilazione è riscaldante, la ventilazione è in generale non-riscaldante. Il circuito principale è centralizzato nel piano interrato ed emerge solo per raggiungere gli spazi ventilati.

Ogni “scatola” è ventilata indipendentemente, piano per piano. I condotti di mandata e ripresa d’aria si collocano all’esterno delle scatole, percorrono la loro superficie esterna, ed entrano nello spazio ventilato in alto nel controsoffitto, e in basso nelle controparete. Questa differenza tra mandata e ripresa crea un’ottima circolazione del flusso d’aria.

Tutto il volume dell’open-space è ventilato dall’alto, i condotti sviluppandosi in lunghezza (est-ovest), percorrono lo spazio libero sui lati delle capriate. Questi spazi liberi sono visti come degli spazi serventi. Le salite dei condotti dal pavimento verso le capriate devono essere meno numerose possibili.

Tra i differenti modi di ventilazione possibili, possiamo distinguere :

- la ventilazione soffiata mista, dove tutta l’aria di un locale è ricambiata senza una particolare dislocazione dei diffusori

Elementi determinati precedentemente : differenza di ventilazione tra l’open space, le “scatole” e l’auditorio

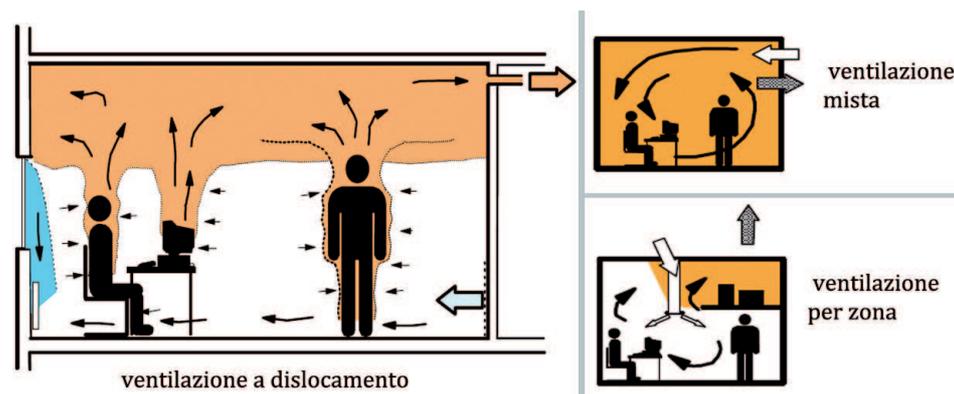
Scelta della tipologia di ventilazione a dislocamento

- la ventilazione soffiata per zona, dove l'aria ricambiata è determinata dalla collocazione dei diffusori
- la ventilazione a dislocamento, o per stratificazione, ventilazione a bassa velocità che usa i carichi termici (come i corpi umani) come motore del ricambio d'aria.

Riproponendo la logica di "prossimità" scelta per il sistema di riscaldamento, abbiamo optato per il sistema innovativo della ventilazione a dislocamento¹.

Peraltro, le Unità di Trattamento d'Aria (U.T.A), le macchine che regolano la mandata dell'aria nuova e il rigetto dell'aria viziata, sono scelte con una tecnologia di recuperatore di calore: prima di essere espulsa avviene uno scambio di calore fra l'aria viziata e l'aria in entrata (quindi fredda) all'interno dell'U.T.A. I macchinari scelti sono tutti della stessa tipologia, ad eccezione dell'auditorio. Il loro schema di funzionamento è sviluppato alla figura 8.3.

Figura 8.3 Diverse tipologie di ventilazione



- la ventilazione soffiata per zona, dove l'aria ricambiata è determinata dalla collocazione dei diffusori
- la ventilazione a dislocamento, o per stratificazione, ventilazione a bassa velocità che usa i carichi termici (come i corpi umani) come motore del ricambio d'aria.

Riproponendo la logica di "prossimità" scelta per il sistema di riscaldamento, abbiamo optato per il sistema innovativo della ventilazione a dislocamento¹.

Peraltro, le Unità di Trattamento d'Aria (U.T.A), le macchine che regolano la mandata dell'aria nuova e il rigetto dell'aria viziata, sono scelte con una tecnologia di recuperatore di calore: prima di essere espulsa avviene uno scambio di calore fra l'aria viziata e l'aria in entrata (quindi fredda) all'interno dell'U.T.A. I macchinari scelti sono tutti della stessa tipologia, ad eccezione dell'auditorio. Il loro schema di funzionamento è sviluppato alla figura 8.4.



Figura 8.4 Diverse tipologie di U.T.A. usate nel progetto

In questi sistemi l'aria viene immessa nel locale in prossimità del pavimento con una bassa velocità grazie a dei diffusori progettati per questo scopo. La sua temperatura è più bassa di 3°C a 10°C rispetto a quella del locale. In questo modo l'aria di ricambio fresca crea un piccolo strato nella zona più vicina al pavimento. Questa aria si riscalda a contatto con corpi più caldi, come il corpo umano, e sale lungo questi per il fenomeno della convezione. Questo movimento crea il ricambio di aria necessario per il comfort di ogni utente. La distribuzione della temperatura all'interno del locale è quindi un gradiente che aumenta con l'altezza.

Funzionamento e requisiti della ventilazione a dislocamento

Non solo il comfort dell'utente è ottimale, ma anche "la portata d'aria di ricambio può essere diminuita da circa 30%, in confronto alla ventilazione mista"².

Tuttavia l'utilizzo di questo sistema è condizionato da alcune caratteristiche del locale dove è installato¹:

- l'affollamento previsto deve essere alto per moltiplicare i carichi termici e garantire una convezione sufficiente per creare il movimento d'aria verticale
- deve essere ben isolato ed ermetico, per evitare i movimenti d'aria opposti a quello verticale

Nella maggior parte delle "scatole" queste condizioni sono verificate, tuttavia non lo sono negli spazi aperti, i sistemi di circolazione o nelle zone di mostra, dove si è preferita una ventilazione "mista" classica. Per l'auditorio, dove portare l'aria in basso sarebbe difficile per le stesse ragioni che impediscono l'uso del riscaldamento a pavimento, è privilegiata una ventilazione mista riscaldante.

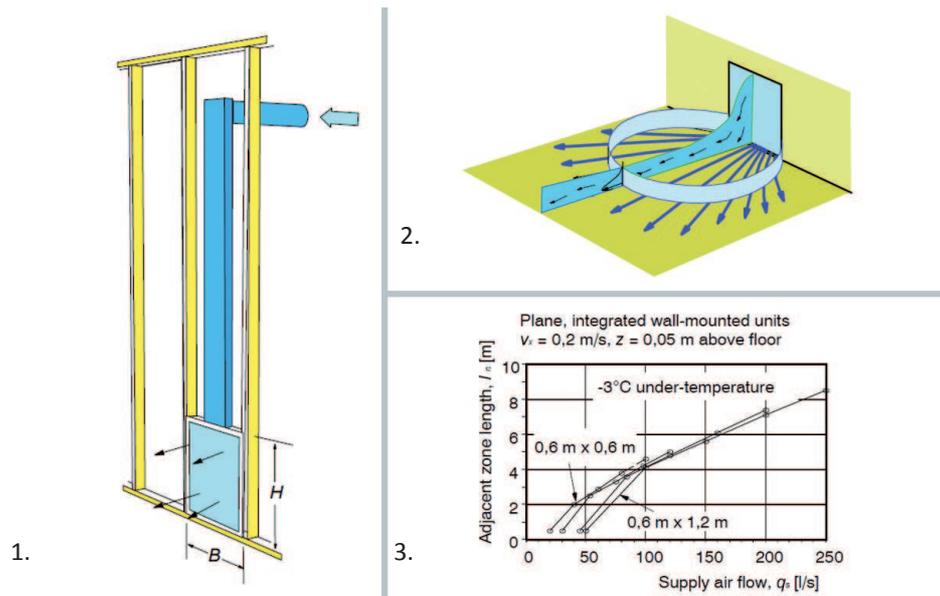
Infine, si ricorda che, rispetto a quella classica, la ventilazione a dislocamento presenta solo dei diffusori differenti. Infatti, i condotti sono gli stessi di quelli usati per la ventilazione mista. Questa compatibilità rende possibile il cambiamento del sistema di ventilazione nel caso fossero modificate le funzioni all'interno dell'edificio.

Inizialmente è stata studiata una dislocazione dei diffusori nel pavimento, che, come i pannelli radianti, porterebbe ad una diffusione ottimale dell'aria lungo tutta la superficie del locale. La scelta che appariva più interessante era quella

Scelta dei diffusori a dislocamento a parete

di disporre i diffusori lungo una fessura nel pavimento. Tuttavia la modularità dei locali e la tipologia costruttiva ha portato come scelta ottimale quella di installare i diffusori nella parte bassa delle pareti, tipologia presentata alla figura 8.5. Come lo mostra il grafico di questa figura, per una portata d'aria classica³ della ventilazione a dislocamento, 70 litri/s, l'aria arriva fino ad un limite massimo di 5 metri dal diffusore. Nella maggior parte delle scatole, questo è compatibile con dei diffusori situati nei muri nord e sud delle stesse.

Figura 8.5 Diffusore a parete
1. schema d'integrazione
2. flusso d'aria mandata
3. lunghezza limitata di ventilazione



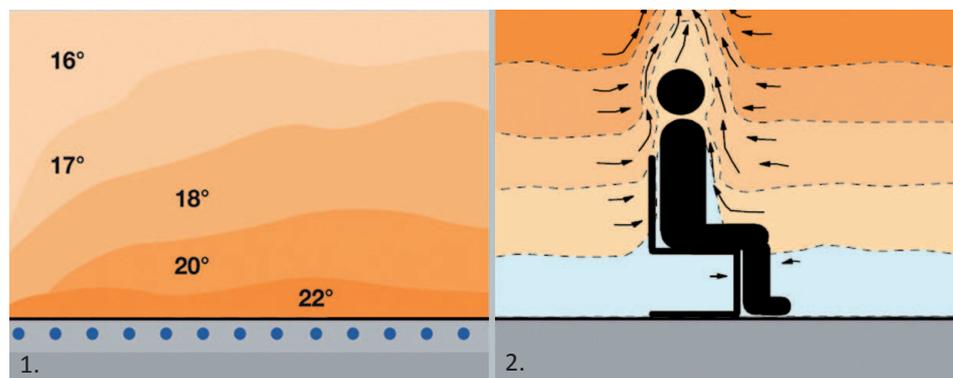
L'aria viziata è ripresa tramite dei condotti situati al centro dei locali, nel controsoffitto.

Quando gli spazi non concedono l'uso di una tale tecnologia di diffusori si userà la ventilazione "mista".

Compatibilità tra ventilazione a dislocamento e riscaldamento a pavimento

I sistemi di controllo dell'ambiente termico e di ricambio d'aria offrono un comfort ottimale quando sono considerati indipendentemente. Tuttavia i gradienti di temperatura che li caratterizzano sembrano opposti e potrebbe essere incompatibili.

Figura 8.6 Gradienti di temperatura dei sistemi:
1. di riscaldamento a pavimento
2. di ventilazione a dislocamento



Lo studio⁴ effettuato nel 2010 da un gruppo di ricercatori (NOTA, nome: Francesco Causone, docente del dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino, Stefano Paolo Corgnati, ricercatore dello stesso dipartimento, Bjarne W. Olesen, direttore del Centro internazionale per l'ambiente interno e l'energia della DTU) della Danmarks Tekniske Universitet sulla problematica della compatibilità risulta essere incoraggiante per i nostri scopi. Tramite delle simulazioni informatiche, hanno mostrato che:

- “under typical heat demand conditions this phenomenon [fenomeno di movimenti d'aria simili a quelli della ventilazione mista] should not occur and supply air should spread normally along the floor”
- “due to the downdraft, to the displacement airflow, and to the floor heating, a particular condition of contaminant distribution occurred in the room, somewhere between a typical mixing condition and a typical displacement condition”
- “displacement ventilation was found to have a better performance when the contaminant source was also a heat source, even if floor heating was used. This confirms what has already been demonstrated for displacement ventilation with an unheated floor (Skistad 2002).”

In sostanza, si può concludere che i due sistemi sono compatibili. Il gradiente di temperatura reale non somiglia a quello teorico di uno dei sistemi, però il ricambio d'aria nella prossimità degli utenti è garantito comunque. Abbiamo quindi deciso di far coabitare i due sistemi per sfruttare i loro vantaggi. Inoltre, questo abbinamento di scelte tecnologiche potrebbe essere un modo di limitare la problematica maggiore della ventilazione a dislocamento: il fenomeno di “piedi freddi”. Il riscaldamento a pavimento potrebbe controllare questo discomfort per radiazione calda.

Sistema di produzione di calore: pompa di calore con sorgente di acqua

I sistemi di ricambio d'aria e di controllo della temperatura precedentemente presentati hanno bisogno di una fonte di calore per funzionare. Peraltro, questi sistemi sono anche utilizzati per il raffrescamento di estate (tramite aria o acqua fredda). Il generatore di calore deve quindi essere capace di produrre del freddo.

Tipologia del generatore termico: pompa di calore acqua-acqua reversibile

La falda freatica, situata a una profondità ridotta, ci ha fatto scegliere come sistema di produzione una pompa di calore acqua-acqua. Questo sistema garantisce un'alta efficienza energetica e funziona quasi completamente grazie a una fonte di energia rinnovabile: l'acqua della falda freatica.

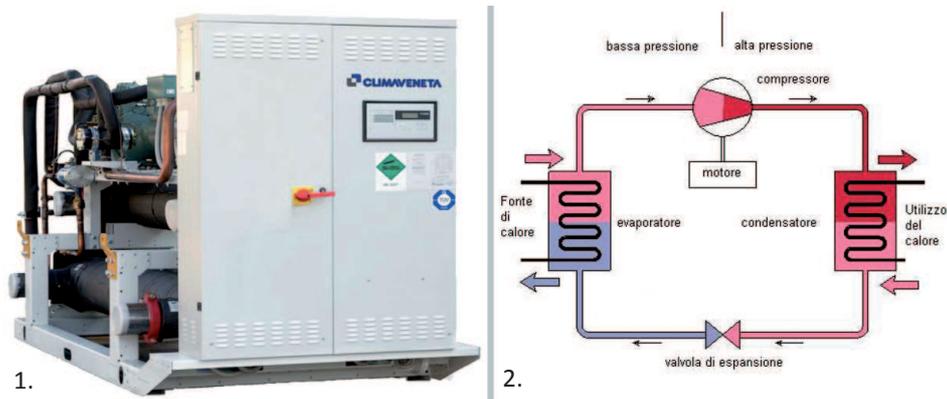
La pompa utilizzata all'interno del sistema acqua-acqua è di tipo reversibile, in questo modo garantisce acqua calda e fredda allo stesso momento. Il suo funzionamento è descritto alla figura 8.7.

Questa macchina potrà inoltre produrre l'acqua calda sanitaria necessaria a tutto l'edificio.

L'elettricità necessaria al suo funzionamento sarà fornita soprattutto dai pannelli fotovoltaici installati sul tetto a shed. Il dimensionamento di questi sarà sviluppato in una seguente parte.

Figura 8.7 Pompa di calore con sorgente acqua

- 1.foto della tipologia di pompa usata
- 2.funzionamento (fonte di calore: acqua di falda)



Logica impiantistica globale

Logica impiantistica globale: vedere Tav 8.01

Oltre le loro qualità intrinseche, ogni sistema è stato scelto perché compatibile con una gestione globale e centralizzata dell'edificio. Abbiamo quindi concepito un sistema impiantistico gestito centralmente composto di elementi che offrono un alto livello di comfort per ogni utente. Il sistema permette un risparmio energetico sostanziale rispetto a un sistema "classico" e usa delle fonti di energia rinnovabili.

Lo schema della tavola 8.01 mostra questo funzionamento centralizzato al piano interrato. Il sistema è reversibile, quindi la descrizione è fatta d'inverno. Il funzionamento d'estate non cambia se non per l'utilizzo di un flusso freddo al posto di quello caldo usato per la stagione invernale:

- la pompa di calore è alimentata in parte dall'energia solare e dall'altra dalla rete pubblica. Produce la potenza termica (acqua calda o fredda) grazie all'interazione con l'acqua di falda freatica.

- l'acqua calda prodotta dalla pompa di calore rifornisce le differenti unità di trattamento d'aria e i collettori dei pannelli radianti. L'acqua, a differenti livelli di temperatura, è trascinata verso questi sistemi grazie a delle pompe ad acqua.

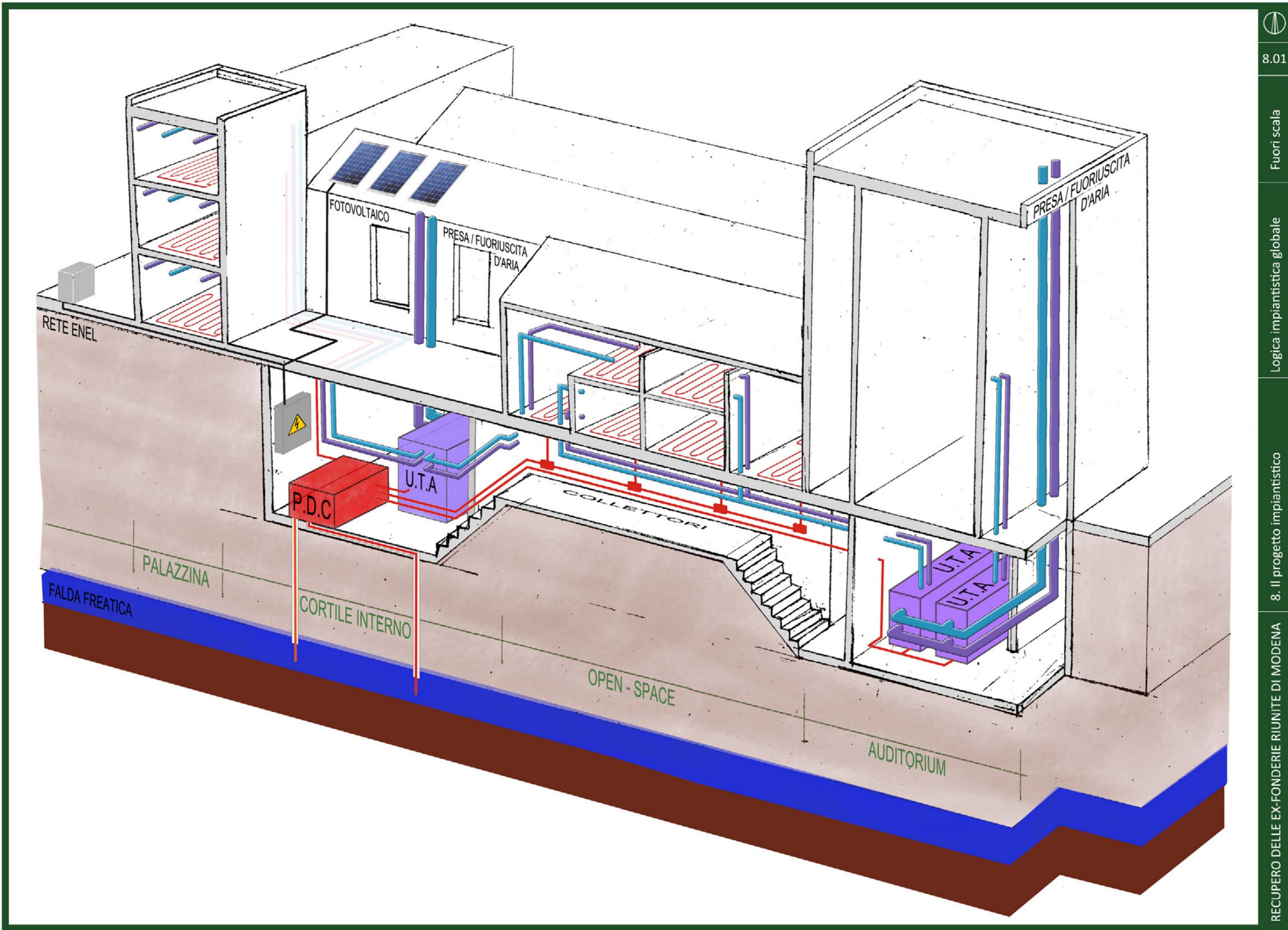
- le unità di trattamento dell'aria (UTA) preriscaldano l'aria fredda proveniente dall'esterno, le prese e fuoriuscite d'aria sono state poste sul tetto dell'edificio. Il recuperatore di calore a doppio flusso (disattivato in estate) contribuisce anche a questo preriscaldamento. L'aria è mandata nei locali interessati dal sistema di ventilazione tramite dei condotti che percorrono delle gallerie interrate, per poi attraversare il pavimento sopra le gallerie in vicinanza dello spazio da ventilare. L'estremità finale del condotto è costituita da diffusori a

dislocamento per le scatole e da sistemi classici per gli altri spazi. Un paio di condotti –mandata e ripresa- escono per alimentare ogni livello delle scatole. Il loro dimensionamento è stato calcolato con il valore massimo di affollamento previsto. Nel caso il bisogno diminuisse, dei diaframmi gestiti elettronicamente riducono la sezione del condotto al livello della sua confluenza con il condotto principale per diminuirne la portata d'aria prelevata. Per le scatole con un alto valore affollamento, dovranno essere previste più coppie di condotti per ogni livello.

- i collettori dei pannelli radianti distribuiscono l'acqua calda in ciascuno dei 6 circuiti radianti, variando la portata d'acqua calda secondo il bisogno di ogni pannello. Questi pannelli sono stati dimensionati, presentando così una superficie ridotta, per garantire un salto termico compreso tra 5 e 10°C.

Lo schema tecnico alla tavola 8.02 presenta il funzionamento della pompa di calore, generatrice di caldo e freddo, usata nel nostro progetto. Sono anche presenti le macchine che ricevono il calore prodotto (due tipi di UTA e un sistema di riscaldamento a pavimento).

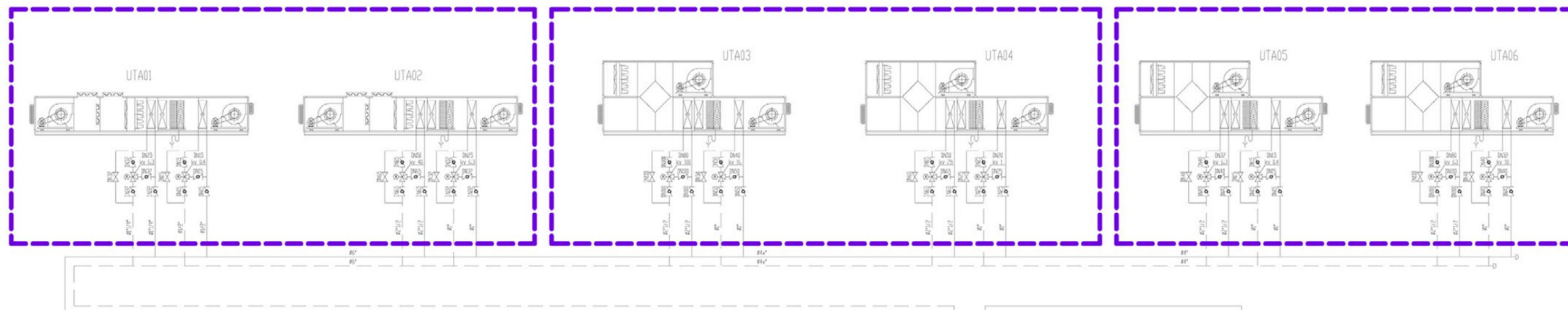
Schema tecnico del
circuitto caldo: vedere
Tav 8.02



U.T.A. AUDITORIO

U.T.A. EST

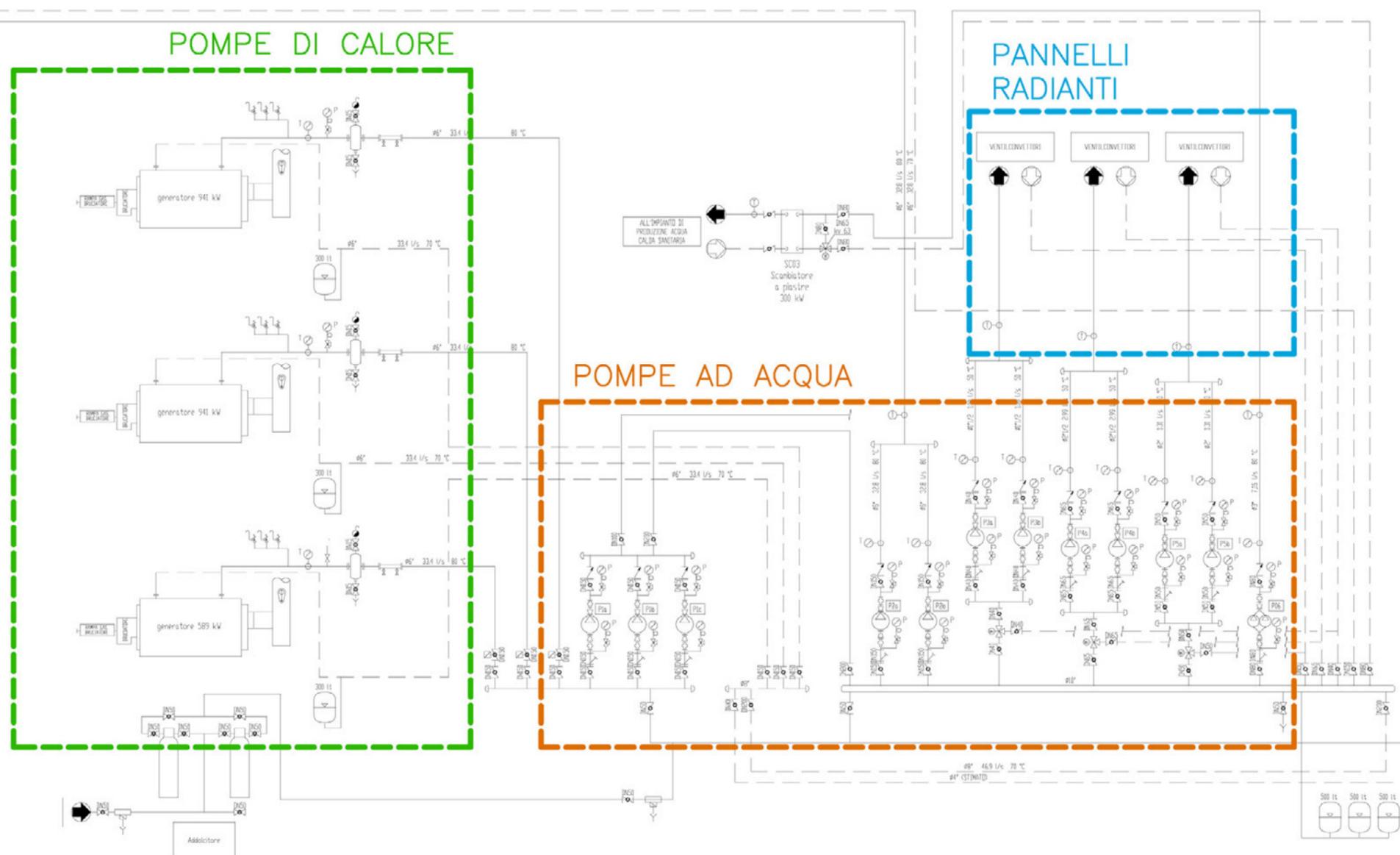
U.T.A. OVEST



POMPE DI CALORE

PANNELLI RADIANTI

POMPE AD ACQUA



8.3 Predimensionamento e integrazione architettonica

Obiettivi

Il predimensionamento dei sistemi descritti in precedenza non riporta il calcolo preciso del fabbisogno di ogni locale; infatti si è preferito fare riferimento alla normativa che riportano i dati in funzione delle attività che si svolgono in un determinato locale. La valutazione fatta considerando zona per zona risultava essere fastidiosa e poco utile ai fini del nostro studio.

La strategia adottata consiste nel fare un dimensionamento globale di questa “piccola città”, valutando delle zone-insieme di scatole- invece di ogni locale e considerando sempre il caso meno favorevole fra queste: quando le norme risultano essere più vincolanti o quando la zona considerata è più estesa. L’obiettivo è di far emergere una logica di gestione centralizzata che funziona per il progetto attuale e adattabile nel futuro a delle eventuali modifiche.

Le macchine scelte per il predimensionamento risultano quelle che hanno un ingombro maggiore e che quindi vengono collocate in locali tecnici con misure tali da poterle accogliere. I dimensionamenti eseguiti sono i seguenti:

- individuazione degli spazi a gestione indipendente (le zone), calcolo dei carichi di persone e delle loro esigenze in termine di ricambio d’aria
- dimensionamento delle unità di trattamento d’aria e logica di distribuzione globale (assegnazione delle macchine per ogni zona)
- dimensionamento dei condotti d’aria principali e la loro distribuzione
- dimensionamento della o delle pompe di calore
- dimensionamento delle pompe ad acqua che mandano acqua alla pompa di calore (circuito primario della pompa di calore) e quelle che mandano acqua alle UTA o ai pannelli radianti (circuito secondario della pompa di calore)

Per tenere conto della sua logica globale, il predimensionamento sarà effettuato senza tenere in conto che il fabbisogno è stato ridotto tramite dei sistemi innovativi quali: superisolamento dei muri, ventilazione a dislocamento, riscaldamento ridotto delle zone di collegamento, ecc. Il fatto di considerare all’interno dei calcoli anche questi fattori potrebbe risultare importante durante la fase di progetto impiantistico definitivo, dove la potenza delle macchine usate potrebbe essere ulteriormente ridotta.

Una valutazione più precisa dei consumi energetici e il risparmio che risulta dalle nostre scelte tecniche saranno studiati nell’approfondimento tramite una simulazione termica dinamica sarà presentata in una prossima parte.

Individuazione e dimensionamento generale delle zone

L'individuazione delle zone è stata fatta secondo due criteri : la situazione spaziale e la loro necessità di un funzionamento indipendente uno dell'altro, applicando la metaprogettazione presentata prima. Così sono state definite 9 zone di locali, interamente riscaldati e nei quali gli utenti si muovono poco e 5 zone di circolazioni, meno riscaldate e nei quali il transito degli utenti è rilevante.

- locali : Laboratori della facoltà; Facoltà di uso privato (salvo i laboratori); Facoltà di uso pubblico; Biblioteca; Zona associativa; Palazzina, parte sud; Science Center e Palazzina, parte nord; ristorante; auditorio.

- circolazioni : Facoltà principale; strada sud ed entrata sud; zona associativa; atrio e foyer dell'auditorio; esposizione di arte ed entrata nord

Fabbisogno d'aria
calcolato dall'UNI 10339

Il dimensionamento delle zone è stato fatto poi a partire delle informazioni del D.A.S.T. e della norma UNI 10339. Sono stati calcolati il numero degli utenti e la portata d'aria totale necessaria per ogni zona.

È stato fatto un conto approssimativo del numero di utenti presenti in ognuna di queste zone: quando era chiaramente previsto dal programma, il conto è stato fatto per addizione del numero massimo di utente per ogni locale; per le zone più difficili da valutare, abbiamo fatto riferimento agli indici d'affollamento dati della norma UNI10339. Questi indici sono stati anche utili per verificare la coerenza della valutazione effettuata nel D.A.S.T. Per le zone di circolazione non esiste un valore normato come indice di affollamento, infatti la stessa definizione di indice di affollamento riconduce il calcolo ad un numero di utenti con un movimento limitato all'interno dello spazio. Il valore arbitrario di una persona per superficie di mq.20 ("affollamento" di 0,05) è stato scelto per gli spazi di transito rilevante.

Riassunto dei spazi
indipendenti e del
numero dei utenti :
vedere Tav.8.03

Il calcolo delle portate d'aria è stato eseguito a partire dall'UNI 10339. Nella norma sono riportate anche le variazioni di portata per persona in corrispondenza alla funzione alla quale è destinato lo spazio. Tuttavia è presente un valore che può essere applicato alla maggior parte degli usi presenti, questo corrisponde a 11,5 litri/s per persona ossia circa 40mc/h.

Tabella 8.1
Individuazione delle
zone termiche
indipendenti e
valutazione del loro
fabbisogno di
ventilazione

TIPOLOGIA	ZONA	Dimensioni			Carichi e calcoli UNI 10339 (vol.aria/pers.= 40mc/h)				
		Area PT (mq.)	Area P1 (mq.)	Temp. (°C)	Num. utenti	Affollamento	Vol. aria (mc/h)	Diam condotti (mm)	
LOCALI	1 - LABORATORI FAC.	611	52	20	75	0,11	3000	350	
	2 - FACOLTA PRIVATA	619	706	20	280	0,21	11200	750	
	3 - FACOLTA PUBBLICA	209	166	20	210	0,56	8400	650	
	4 - BIBLIOTECA	300	233	20	90	0,17	3600	500	
	5 - ZONA ASSOCIATIVA	397	339	20	155	0,21	6200	600	
	6 - PALAZZINA SUD	363	532	20	130	0,15	5200	550	
	7 - SCIENCE C. - PAL. NORD	1384	921	20	450	0,20	18000	900	
	8 - RISTORANTE	240	0	20	80	0,33	3200	450	
	A1 - AUDITORIUM sala1	355	0	20	715	2,01	28600	1050	
	A2 - AUDITORIUM sala2	210	0	20	405	1,93	16200	850	
	CIRCOLAZIONI	1 - FACOLTA PRIVATA	884	214	16	110	0,10	4400	500
		2 - STRADA SUD - ENT. S	983	129	16	60	0,05	2400	400
3 - ZONA ASSOCIATIVA		245	271	16	25	0,05	1000	300	
4 - BAR - FOYER - ATRIO		1090	72	16	115	0,10	4600	500	
5 - ESPO. ARTE - ENT. N		1397	196	16	425	0,27	17000	850	

Dimensionamento e ripartizione delle unità di trattamento d'aria (U.T.A.)

Il raggio nel quale le U.T.A. possono mandare l'aria non è infinito. Per ridurre le perdite di carico il loro raggio d'azione è limitato a 50 metri. Abbiamo scelto due zone di UTA: una sotto la corte interna l'altra sotto l'auditorio.

Il numero di U.T.A. è il minimo richiesto per soddisfare le seguenti condizioni :

- la portata d'aria di un'U.T.A non può essere maggiore di 30000 mc/h
- delle U.T.A. differenti devono essere utilizzate per coprire il bisogno di ventilazione dell'auditorio, unico spazio che usa un sistema di ventilazione riscaldante. Se è possibile, la ventilazione deve essere gestita da due macchinari differenti, poiché questo spazio può essere condiviso in due locali a uso indipendente.
- raggruppare al massimo le U.T.A. che ventilano le "scatole", queste macchine devono portare un'aria leggermente più fredda rispetto a quella utilizzata nel sistema misto. La dimensione di queste macchine potrebbe essere considerevolmente ridotta nel caso in cui si considerasse il risparmio dovuto all'introduzione di sistemi tecnologicamente innovativi (come la ventilazione a dislocamento).

La loro ripartizione nei locali tecnici è coerente con la localizzazione delle zone ventilate da ogni U.T.A. e un'U.T.A. può ventilare più zone. Il dimensionamento delle UTA, con il loro numero, il loro ingombro e le zone che ventilano è riassunto alla tabella 8.9.

UTA			Zone ventilate (L: locale, A: auditorium, C: circolazione)													Diam condotti (mm)				
Numero	Portata max.	Loc. tecnico	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	A1	A2	C1	C2	C3	C4	C5	Portata tot.	Circolare	Rettangolare
1	30000	Auditorium																28600	1050	1250x750
2	15000	Auditorium																16200	800	950x600
3	30000	Auditorium																30600	1100	1250x800
4	25000	Auditorium																24000	400	450x300
5	20000	Cortile																18000	900	1000x650
6	15000	Cortile																15600	800	950x600

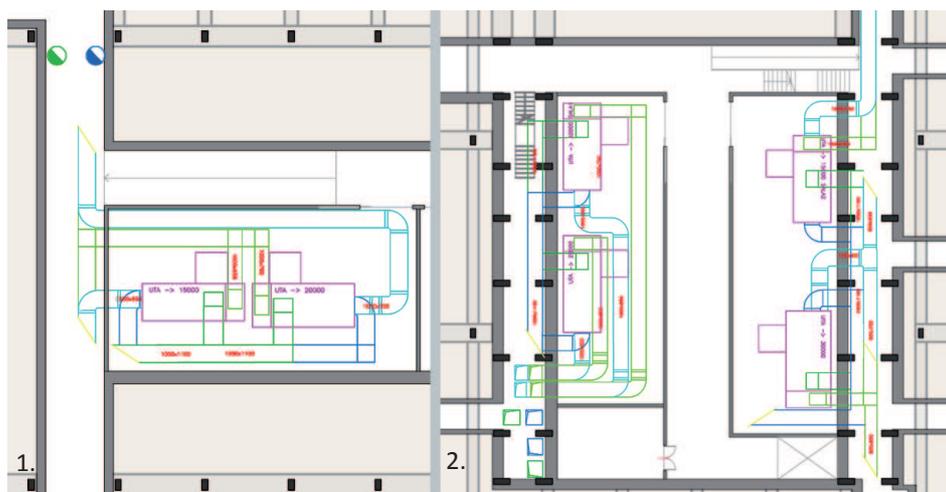
Tabella 8.2
Dimensionamento delle
Unità di Trattamento
Aria e le ripartizione
delle zone ventilate

Per conoscere l'ingombro dei condotti di ventilazione principali e quindi verificare le dimensioni delle gallerie e dei locali tecnici, abbiamo usato il foglio di calcolo proposto dai Ingegneri Mazzuccheli e Fiorati. I condotti più ingombranti misurano 1,1 metri di diametro per una sezione circolare e 1,25x0,8 metri per una sezione rettangolare. L'ingombro massimo di un paio di condotti è quindi di 1,25x1,6 metri, che risulta essere compatibile con le gallerie e i locali tecnici previsti.

La figura 8.10 mostra l'organizzazione spaziale delle zone tecniche delle UTA.

Figura 8.8 Piante dei locali tecnici delle U.T.A.:

- 1. zona ovest (sotto cortile)
- 2. zona est (sotto auditorio)



Dimensionamento delle pompe di calore

Le pompe di calore sono le fonti di calore e di freddo per tutto l'edificio. Se una pompa non è sufficiente, più pompe sono messe in serie nello stesso locale e producono una quantità globale di acqua calda o fredda. La loro collocazione deve essere centrale nell'edificio, per rifornire al meglio le UTA e i collettori dei pannelli radianti, sistemi che hanno maggiore necessità di acqua calda.

In prima approssimazione si possono dimensionare le pompe di calore solo dai bisogni in caldo e freddo delle UTA e dei pannelli radianti.

Il fabbisogno termico di ogni UTA è proporzionale alla portata d'aria che produce. Questo fabbisogno si suddivide su due parti: il fabbisogno delle batterie calde (d'inverno) e quello delle batterie fredde (d'estate). Il fattore di proporzionalità dipende della tipologia dell'U.T.A., e per ogni metro cubo per ora di portata d'aria corrisponde⁵:

- per le U.T.A. dell'auditorio: 14,1 kW di caldo e 4,2 kW di freddo

- per le altre U.T.A.: 9,9 kW di caldo e 14 kW di freddo

Per quanto riguarda i pannelli radianti, sono utilizzati i valori generici di 70 W/mq di caldo e 35 W/mq di freddo.

In totale, le potenze termiche totali necessarie sono di 2442 kW di caldo e 1839 kW di freddo. Per soddisfare questo fabbisogno, sono utilizzate 3 pompe di calore:

Tabella 8.3 Scelta delle pompe di calore e dati significative

Pompa di calore		Potenza prodotta		Dimensioni		Consumi		Acustica
Tipo	Funzionamento	Caldo (kW)	Freddo (kW)	Ingombro (cm)	Peso (kg)	P. elettrica (kW)	COP	Pres. sonora totale (dB)
ERACS2-WQ/R 3202	Caldo e freddo	941	748	380x149x205	7370	290,6	4,60	67
ERACS2-WQ/R 3202	Caldo e freddo	941	748	380x149x205	7370	290,6	4,60	67
ERACS2-WQ/R 2152	Caldo e freddo	589	468	380x149x195	5310	182,8	4,59	66
TOTALE		2471	1964					

Il problema che potrebbe essere sollevato sul fatto di raggruppare le pompe di calore nello stesso locale potrebbe riguardare l’impatto ambientale sulla falda freatica. Infatti, il funzionamento delle pompe di calore induce la restituzione d’acqua alla falda freatica a una temperatura più bassa che quella dell’acqua prelevata. Quindi è fondamentale non raffreddare troppo la falda freatica per un volume troppo grande e poco esteso (quindi molto concentrato). Se questo risultasse essere un problema reale allora la soluzione proposta è quella di non realizzare tutti i pozzi delle pompe di calore sulla verticale del locale tecnico dove le pompe stesse sono collocate. Uno dei vantaggi infatti che nascono dall’avere un piano interrato così esteso è quello di poter collocare i pozzi anche in altri locali tecnici o gallerie.

Dimensionamento delle pompe d’acqua

Le pompe di calore producono l’acqua calda o fredda, le pompe ad acqua permettono il loro trasporto. Queste ultime sono fondamentali per il dimensionamento dei locali tecnici che le ospitano: infatti anche se un solo macchinario non ha una dimensione rilevante, la somma di quelli che servono per soddisfare il fabbisogno di tutto l’edificio risulta avere un impatto fondamentale sulla dimensione del locale.

Tre usi sono previsti per queste pompe:

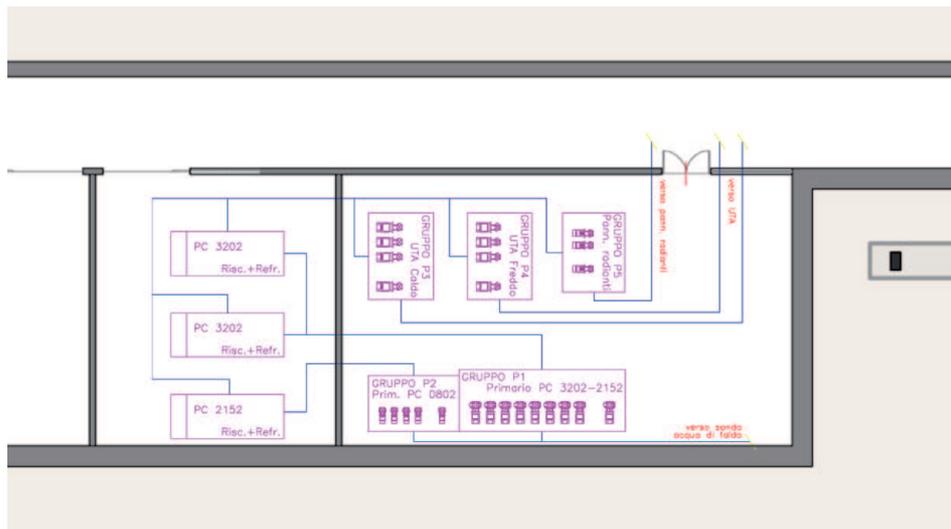
- dei gruppi di pompe che riforniscono le pompe di calore (circuito primario delle pompe di calore), prelevando l’acqua dalla sorgente
- dei gruppi di pompe che riforniscono le U.T.A. (circuito secondario delle pompe di calore)
- un gruppo di pompe che rifornisce i collettori dei pannelli radianti (circuito secondario delle pompe di calore)

Il dimensionamento di queste pompe è stato realizzato dal Ing. Sergio Fiorati. La tabella 8.12 ne fa un riassunto. La figura 8.13 mostra il dettaglio in pianta del locale delle pompe ad acqua.

Pompa d'acqua			Numero di pompe per macchina					
			Pompe di calore			UTA		Riscaldamento a pavimento
Tipo	Ingombro(cm)	Portata (mc/h)	WQ/R 3202	WQ/R 3202	WQ/R 2152	caldo	freddo	
1-NB100-200/195	75x23	153	4	4				
2-NB40-125/116	65x22	48,6			4			
3-NB65-160/155	77x25	94				3		
4-NB50-160/177	81x27	98					3	
5- NB40-125/142	68x27	51						
								2

Tabella 8.4
Dimensionamento delle pompe d’acqua e presentazione della loro funzione

Figura 8.9 Pianta dei locali tecnici delle pompe di calore (a sinistra) e delle pompe ad acqua (a destra), sotto il cortile



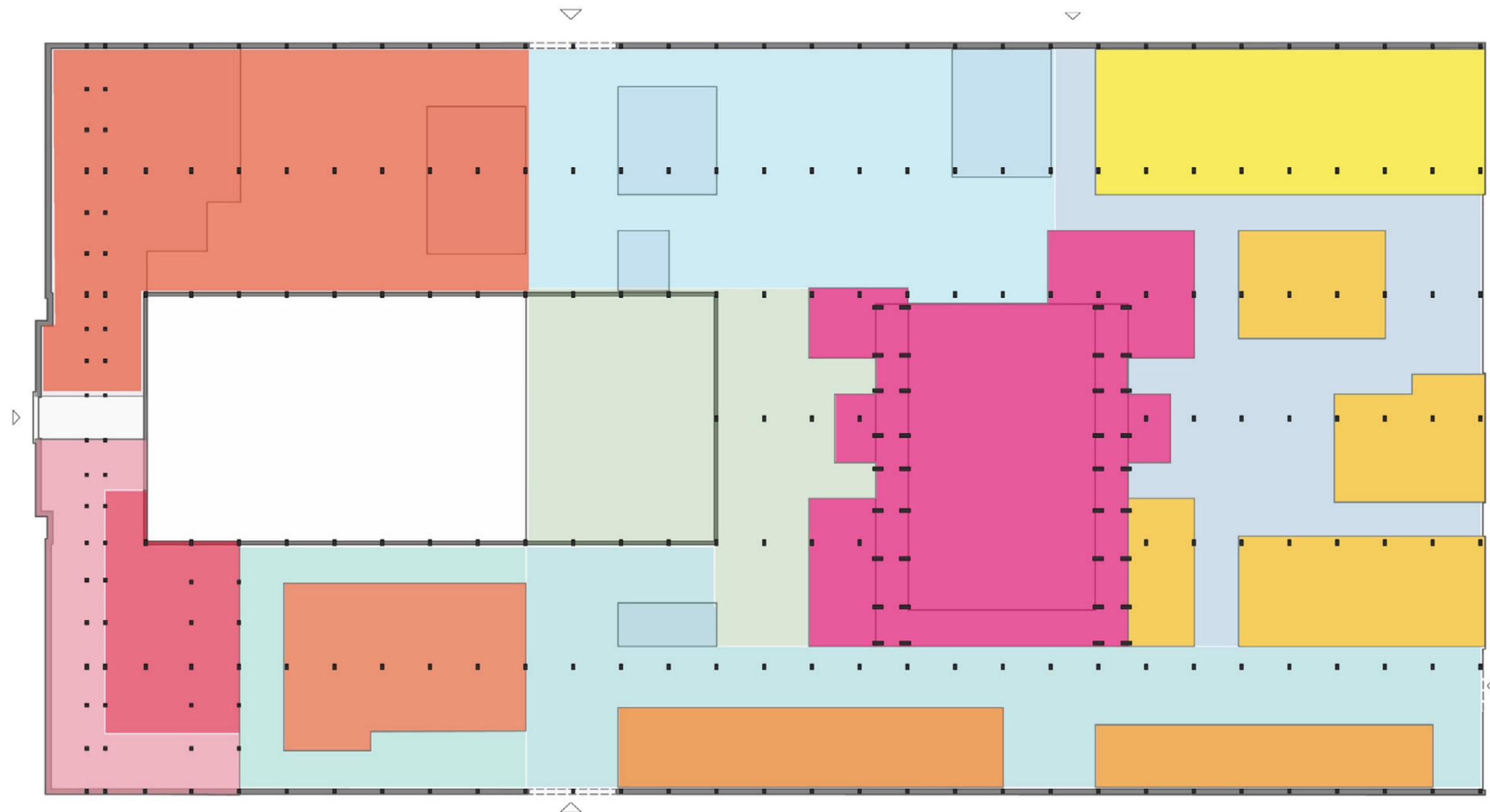
Integrazione dei sistemi di ventilazione e di riscaldamento al progetto architettonico

Piante delle rete di ventilazione e riscaldamento: vedere Tav.8.04 a 8.07

Tutto il sistema impiantistico così dimensionato, la sua organizzazione e i dettagli d'integrazione decisi per ogni spazio, l'integrazione a tutto il progetto architettonico, risultano essere possibili. Questa integrazione può essere rappresentata attraverso quattro tavole. Queste tavole, dalla 8.04 alla 8.07 mostrano da una parte la rete degli impianti di riscaldamento e dall'altra quella degli impianti di ventilazione, nel piano interrato, ma anche al piano terra. Gli impianti si possono condurre facilmente ai piani successivi di queste due piante.

Le piante esposte sono fuori scala, e mostrano la rete principale, privilegiando la comprensione e la chiarezza alla meticolosità. Le linee riportate sono lo schema di distribuzione dei condotti. La mandata e ripresa d'aria sono rappresentate sopra alle circolazioni e al simbolo del rifornimento delle scatole. Però prima della loro conclusione, i due tipi di condotti sono semplificati da una sola linea. Questi condotti verticali sono dimensionati al massimo della portata permessa: 45 centimetri di diametro per ogni condotto, per una portata equivalente ad una sala di 60 persone (il carico massimo delle più grandi aule didattiche della facoltà).

Le linee di fondazione sono rappresentate in proiezione sulle piante del piano interrato. Questo mostra come sono gestite le fondazioni esistenti: incrociando il meno possibile le gallerie. Quando l'incrocio fra di esse è obbligato allora dei muri portanti si assumono il carico prima distribuito sulla porzione tagliata, con un sistema di portico in cemento armato. Inoltre, le fondazioni costruite per l'appoggio delle scatole sono considerate come travi nelle gallerie.

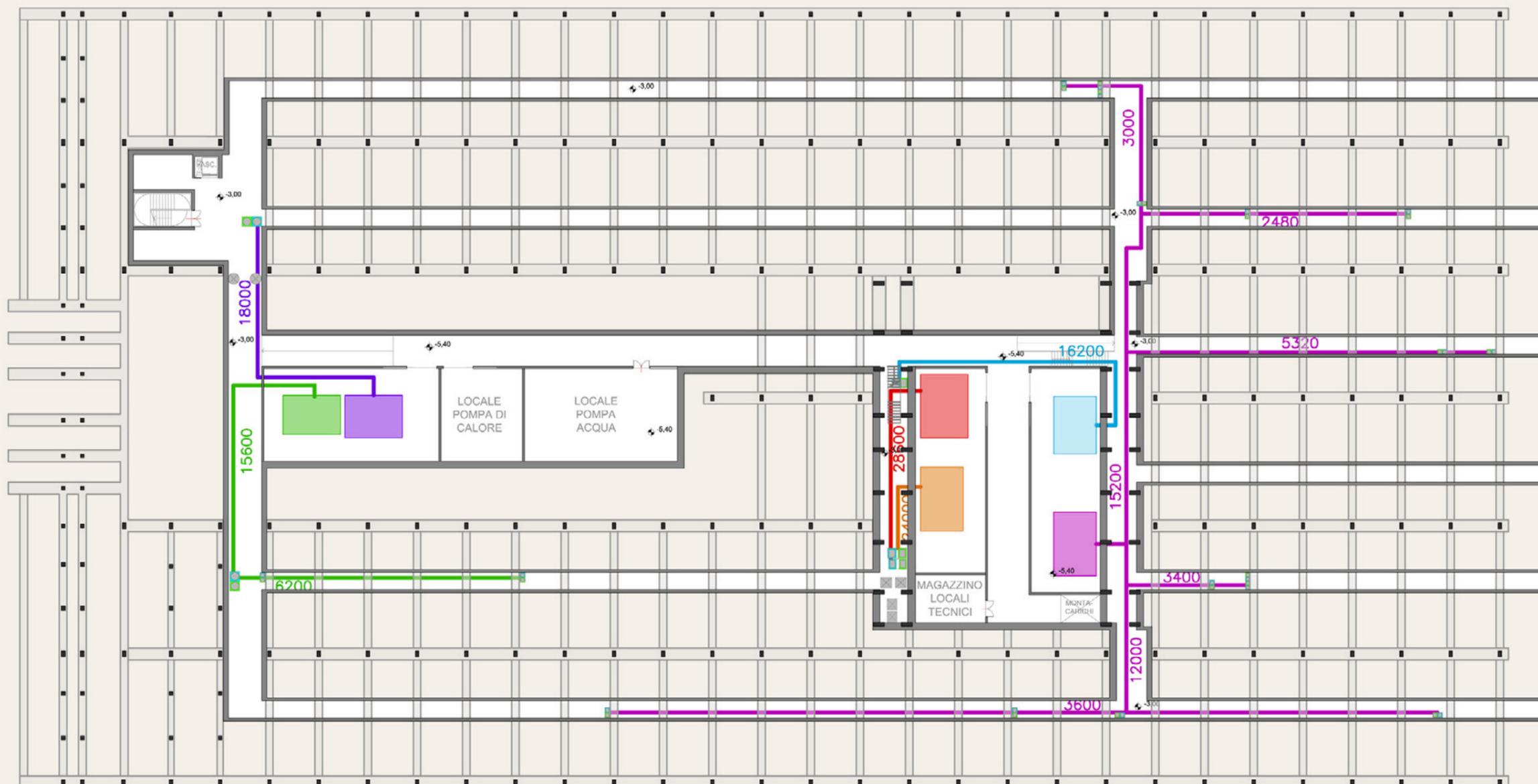

LOCALI

- Laboratori della facoltà (75 utenti)
- Facoltà ad uso privato (280 utenti)
- Facoltà ad uso pubblico (210 utenti)
- Biblioteca (90 utenti)
- "Isola delle associazioni" (155 utenti)

- Palazzina sud - uffici (130 utenti)
- Palazzina nord - Science Center (450 utenti)
- Ristorante (80 utenti)
- Auditorio (fino a 1120 utenti)

CIRCOLAZIONI

- Facoltà ad uso privato (110 utenti)
- Strada sud - entrata sud (60 utenti)
- "Isola delle associazioni" (25 utenti)
- Atrio - Foyer dell'auditorio (115 utenti)
- Mostra d'arte - entrata nord (425 utenti)



CIRCUITI PRINCIPALI

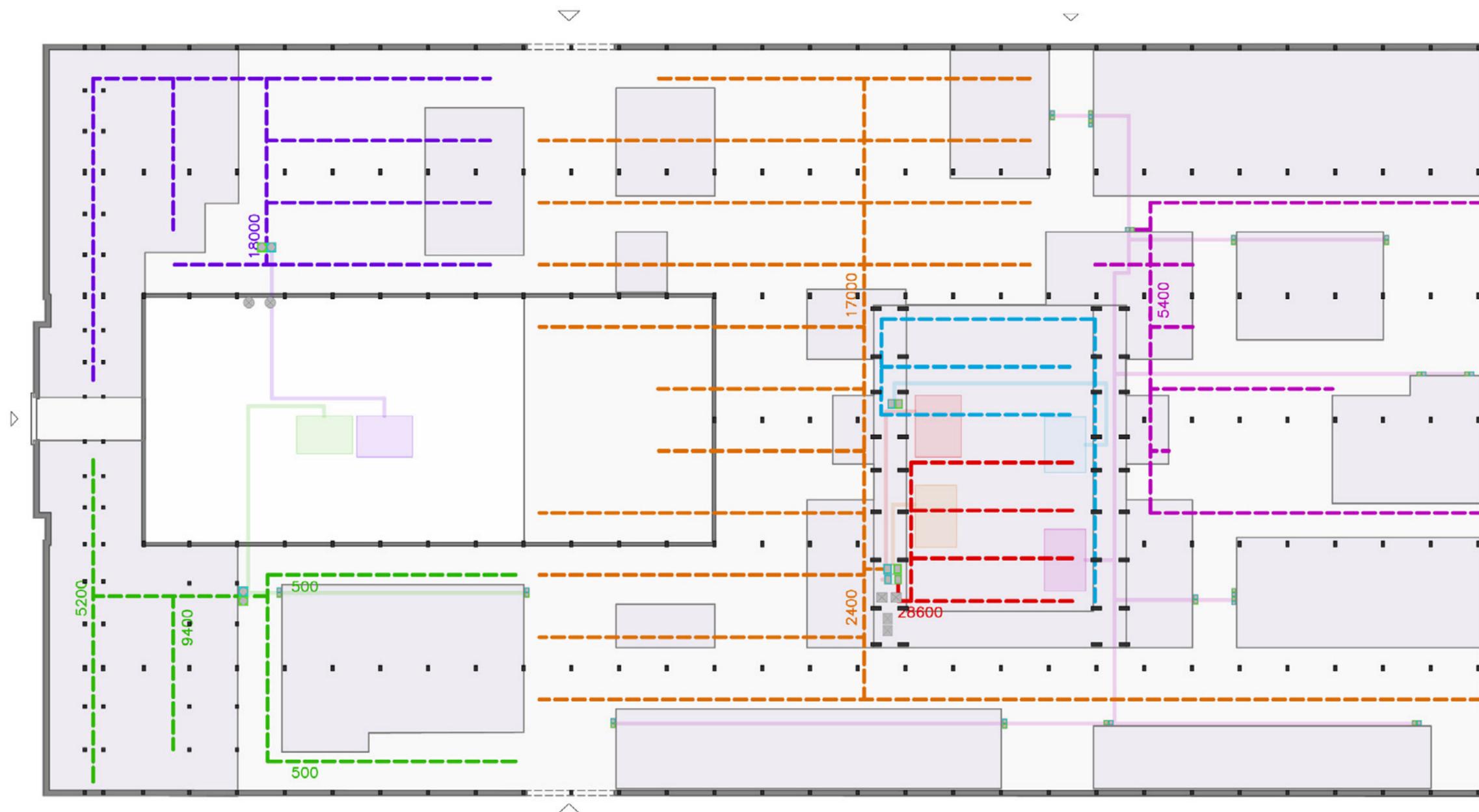
- UTA Auditorium 1 (30.000 mc/h)
- UTA Auditorium 2 (15.000 mc/h)
- UTA Facoltà-Biblioteca (30.000 mc/h)
- UTA Centro (25.000 mc/h)
- UTA Nordovest (20.000 mc/h)
- UTA Sudovest (15.000 mc/h)

CONDOTTI ORIZZONTALI

- Condotta d'aria
- 500 Portata d'aria del condotto in mc/h

CONDOTTI VERTICALI

- Condotti di rifornimento di "scatola"
- Condotti di transizione interrato-soffitto
- Condotti primari (verso l'esterno)


CIRCUITI PRINCIPALI

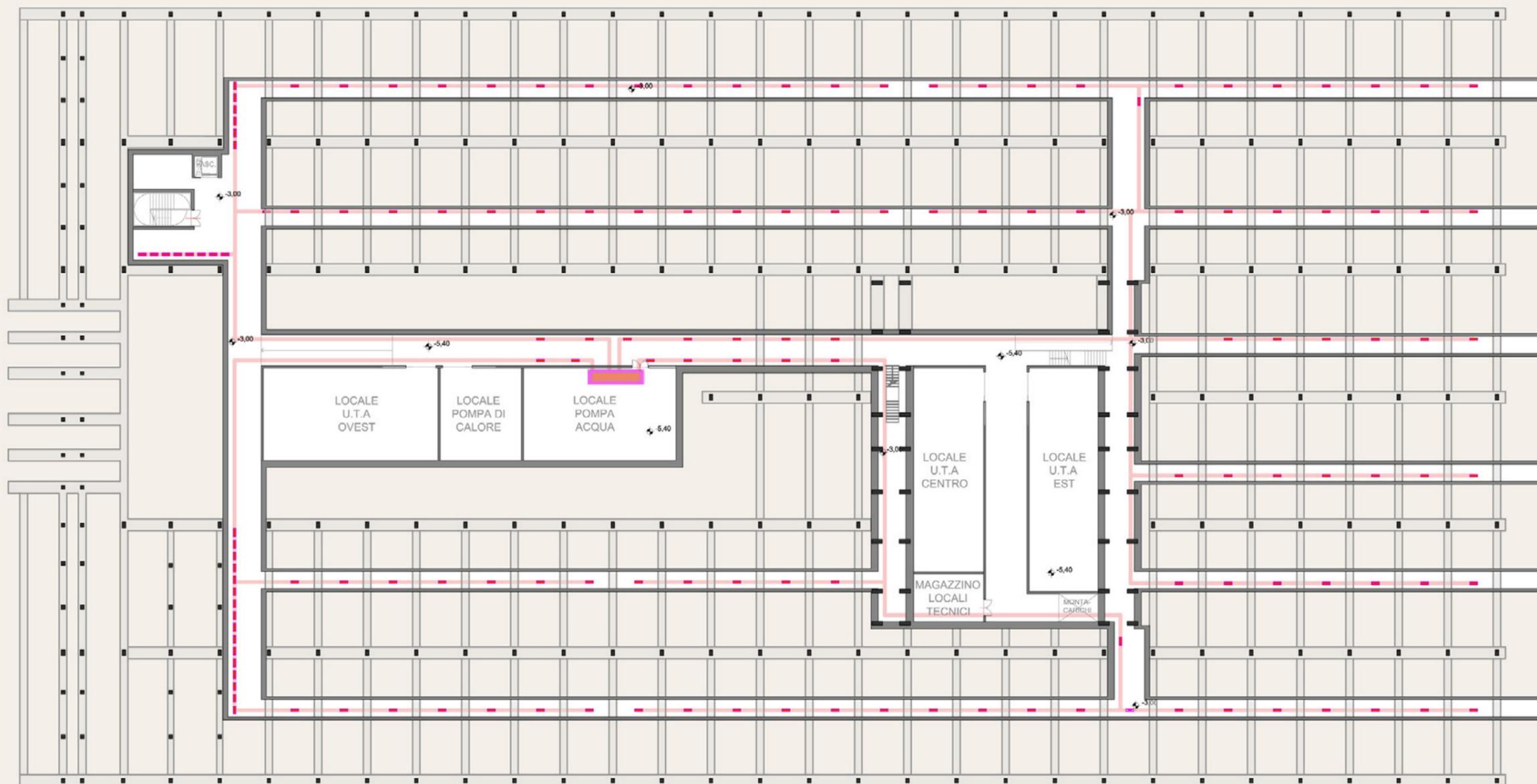
- UTA Auditorium 1 (30.000 mc/h)
- UTA Auditorium 2 (15.000 mc/h)
- UTA Facoltà-Biblioteca (30.000 mc/h)
- UTA Centro (25.000 mc/h)
- UTA Nordovest (20.000 mc/h)
- UTA Sudovest (15.000 mc/h)

CONDOTTI ORIZZONTALI

- Condotta interrato
- Condotta a soffitto
- 500 Portata d'aria del condotto in mc/h

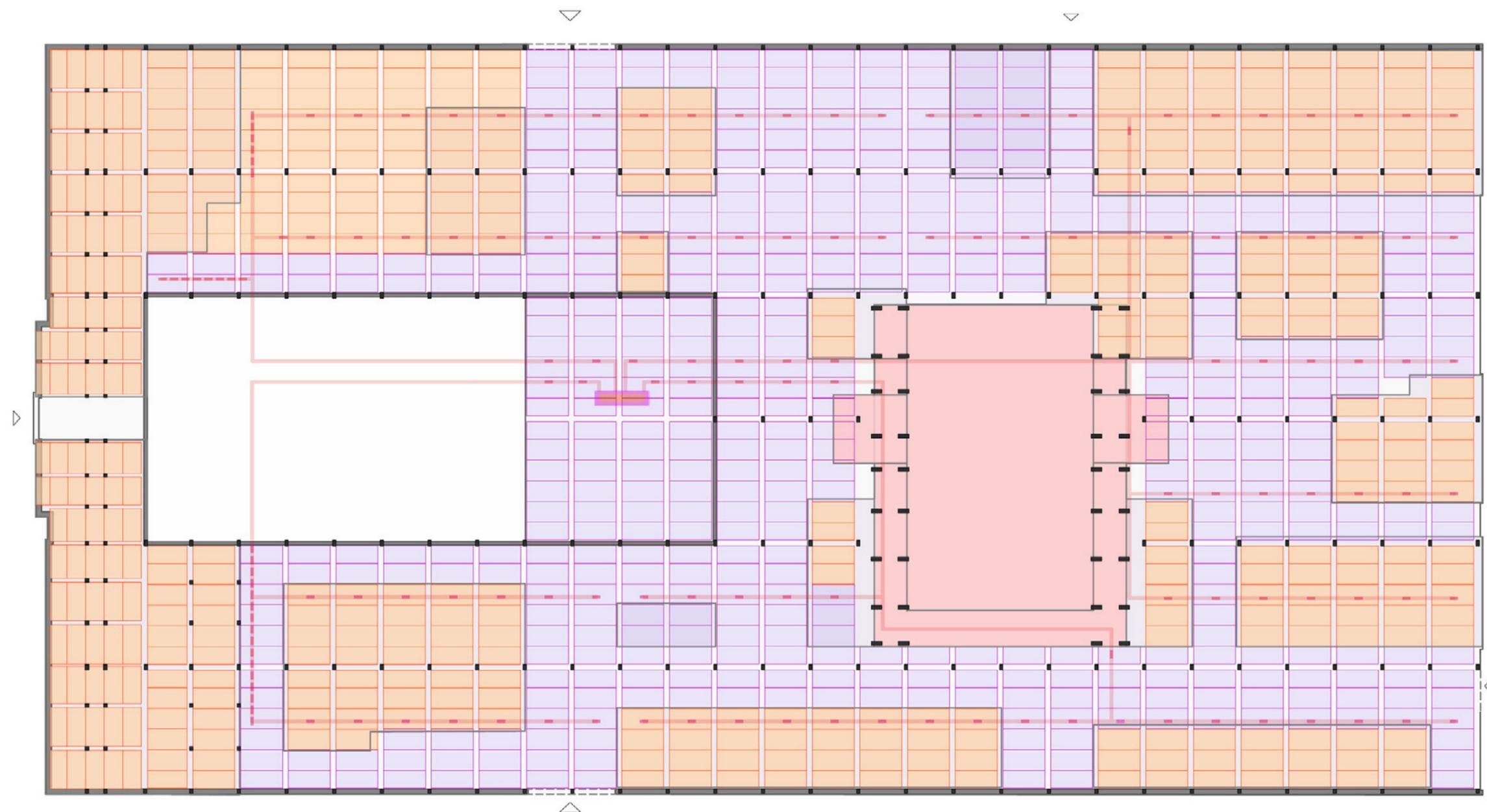
CONDOTTI VERTICALI

- Condotti di rifornimento di "scatola"
- Condotti di transizione interrato-soffitto
- Condotti primari (verso l'esterno)



RETE D'ACQUA CALDA PER PANNELLI RADIANTI

-  Zona di pompaggio dell'acqua calda
-  Condotti principali d'acqua calda
-  Collettore "6+6"



RETE INTERRATA

-  Zona di pompaggio dell'acqua calda
-  Condotti principali d'acqua calda
-  Collettore "6+6"

PANNELLI RADIANTI

-  Pannello radiante indipendente
-  Pannello caldo (ambiente a 20°C)
-  Pannello a bassa temperatura (ambiente a 16°C)

AUDITORIO

-  Zona riscaldata ad aria calda

8.4 Dimensionamento dei sistemi secondari

Impianto fotovoltaico

Le pompe di calore sono state dimensionate per rifornire tutto l'edificio termicamente, sia caldo sia freddo, con una fonte rinnovabile. L'altro consumo importante dell'edificio è quello dell'elettricità. A questo scopo, un impianto fotovoltaico si rivela essere una soluzione interessante per la produzione di energia a basso impatto ambientale.

Si è scelto di installare i pannelli fotovoltaici sulla falda degli shed orientati a sud-ovest. La strategia favorita è stata quella di integrare il più possibile i pannelli fotovoltaici sulla superficie orientata a sud e non coperta dall'ombra dell'auditorio.

Per dimensionare l'impianto si deve, per prima cosa, valutare la disponibilità della superficie del tetto per l'inserimento dei pannelli fotovoltaici.

La superficie disponibile per l'impianto fotovoltaico è stata misurata pari a mq.3791. A questo valore viene aggiunto un fattore correttivo pari al 10%, per giustificare il fatto che tutto il tetto non potrà essere coperto di pannelli fotovoltaici (presenza dei lucernari, distanza alla gronda ecc.). Consideriamo quindi una superficie totale di mq.3411. Scegliamo un impianto fotovoltaico classico, tipo pannelli in silicio cristallino. Per questa tecnologia, la potenza prodotta è di 1kW picco ogni mq.8 . La potenza totale del tetto potrebbe quindi essere di 430 kW picco.

L'azimuth fatto rispetto al sud è di 26° verso l'ovest.

L'inclinazione dei pannelli solari affinché siano maggiormente colpiti dalla radiazione solare è di 31°. Però la pendenza delle falde del tetto sono di 18°. Si dovrà quindi usare una struttura per inclinare i pannelli di 13° in più rispetto al tetto.

La stima delle perdite è di 10,5%, valutata con le perdite tipiche per questo tipo di sistema :

- dispersione nell'inverter : 7,5%
- dispersione nei quadri in corrente continua : 2%
- polvere : 1%

Per fare il calcolo della produzione, usiamo lo strumento PVGIS⁶. Grazie a questo sistema sono compresi nel calcolo le perdite di riflessione e le perdite dovute alla temperatura.

La tabella 8.14 presenta i risultati ottenuti. L'energia prodotta teoricamente dal sistema è quindi di 441.000 kWh.

Energia prodotta in
fotovoltaico : 441 MWh

Figura 8.10 Foglio di risultati dato dallo strumento "PV GIS"



Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

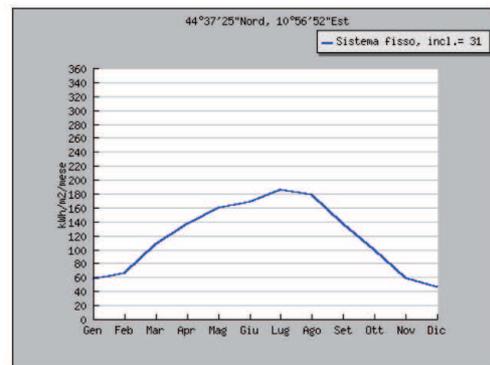
Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 44°37'25" Nord, 10°56'52" Est, Quota: 33 m.s.l.m.,

Potenza nominale del sistema FV: 425.0 kW (silicio cristallino)
 Stime di perdite causata dalla temperatura: 14.5% (usando temperatura esterna locale)
 Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 2.9%
 Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 10.5%
 Perdite totali del sistema FV: 25.7%

Sistema fisso: inclinazione=31 gradi, orientamento=26 gradi				
Mese	Ed	Em	Hd	Hm
Gen	654.00	20300	1.87	58.1
Feb	810.00	22700	2.38	66.6
Mar	1150.00	35700	3.49	108
Apr	1450.00	43500	4.58	137
Mag	1580.00	49100	5.15	160
Giu	1710.00	51300	5.63	169
Lug	1790.00	55500	5.98	185
Ago	1710.00	52900	5.77	179
Set	1410.00	42200	4.54	136
Ott	1030.00	31900	3.20	99.3
Nov	663.00	19900	1.96	58.8
Dic	513.00	15900	1.47	45.6
Anno	1210.00	36700	3.84	117
Totale per l'anno		441000		1400



Ed: Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

Hd: Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m2)

Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m2)

Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso

Per fare il paragone con i consumi elettrici, possiamo calcolare il consumo annuale delle pompe di calore con la maggiore potenza.

La loro potenza elettrica totale è di 764kW, con un COP di 4,6. La potenza elettrica equivalente consumata dalle pompe è quindi di $764/4,6=166$ kW.

In generale, si considera che una pompa di calore funziona 12 ore al giorno in inverno (180giorni) e 6 ore al giorno in estate (185 giorno). Il consumo totale è quindi equivalente a $E = 12 \times 180 \times 166 + 6 \times 185 \times 166 = 542.820$ kWh.

Trovati questi due valori si può concludere che l'energia massima che può essere prodotta dal tetto a shed coperto da pannelli fotovoltaici permette di fornire 81% dell'energia necessaria per il funzionamento delle pompe di calore.

Energia termica del progetto prodotta con acqua di falda e 81% d'elettricità solare

Considerano lo sviluppo sostenibile, l'energia termica dell'edificio viene quindi prodotta principalmente grazie a fonti di energia rinnovabile:

- l'acqua della falda freatica
- 81% dell'elettricità solare (quindi solo 19% consumata alla rete)

Impianto di recupero dell'acqua meteorica

Il recupero delle acque meteoriche potrebbe essere un ultimo vantaggio dato dalla superficie estesa della copertura, per usare le fonti disponibili dell'area. Per semplificare la progettazione di questo impianto, l'acqua piovana sarà utilizzata solo come acqua non sanitaria. Per questo, è sufficiente il dimensionamento di un serbatoio d'acqua in calcestruzzo armato. Nel caso in cui l'acqua fosse stata utilizzata anche per uso sanitario allora sarebbe servito un dimensionamento di un sistema differente per la purificazione e filtrazione delle acque meteoriche.

Calcolo della fonte d'acqua piovana

L'acqua recuperata può anche essere usata per l'irrigazione degli orti e dei cortili all'esterno.

Per il dimensionamento di questo impianto, è necessario conoscere la quantità potenziale d'acqua che si può raccogliere. Se la raccolta si fa esclusivamente sul tetto a shed e l'auditorio, la superficie totale complessiva è $S = \text{mq.}9925$.

I dati climatici presenti nell'inquadramento territoriale forniscono i seguenti dati: quantità di precipitazioni media annua (sugli anni 2000-2005) pari a $P=739\text{mm/}$ anno, e di almeno 50mm/mese .

Usando la formula della normativa UNI10724 relativa alla gestione dell'acqua piovana, possiamo calcolare il volume medio annuo e il minimo per mese, dalla formula :

$$V = S \times Y \times P \times H_{\text{fil}}, \text{ con}$$

$$S = \text{mq. } 9925 \text{ (superficie captante)}$$

$$Y=0,8 \text{ (coefficiente di deflusso per tetto in tegole e piano)}$$

$$P=739\text{mm/anno o } 50\text{mm/mese (quantità di precipitazioni)}$$

$$H_{\text{fil}}=0,95 \text{ (efficacia classica del filtro del sistema)}$$

Si calcola allora un volume all'anno di $V_a = 5.574.277$ litri.

E un volume minimo per mese di $V_{m, \text{min}} = 377.150$ litri

Riferendosi ai dati di uno studio svizzero di consiglio per il recupero d'acqua piovana⁷, il fabbisogno di un orto può essere valutato a 17litri/mq.giorno .

Fabbisogno degli orti

La superficie complessiva degli orti del nostro progetto è di $\text{mq.}2709$, dai quali sembra importante sottolineare che solo il 50% sarà effettivamente coltivato, quindi circa $\text{mq.}1355$.

Il fabbisogno degli orti è quindi valutato pari a 23 035 litri/giorno lo che ripresenta 691.000 litri/mese o 8.407.775 litri/anno.

Percentuale di fonte rinnovabile utilizzato dagli orti e dimensionamento del serbatoio.

Più di 65% dell'acqua necessaria agli orti proveniente di acqua meteorica

Per un uso efficace pari a 50% della superficie totale degli orti, il recupero d'acqua piovana permette quindi di rifornire 66,3% del fabbisogno totale.

La capacità di un mese è scelta per il dimensionamento del serbatoio (in previsione di un mese senza pioggia): 377150 litri (serbatoio di un'altezza di 4 metri, per una superficie di mq.94). Se l'uso degli orti non è così importante, allora l'acqua di stoccaggio potrà servire di serbatoio per i vigili del fuoco. Se il serbatoio viene riempito, l'acqua piovana non è recuperata ed evacuata nella superficie del terreno.

8.5 Conclusione: un modello impiantistico per il recupero dei edifici industriali dismessi

Questo approfondimento del progetto impiantistico sul tema dell'integrazione ha dato delle soluzioni tecniche lungo le tre linee di riflessione principali :

- integrazione funzionale: i sistemi sono di "prossimità", favoriscono il comfort nella vicinanza di ogni utente, piuttosto che un controllo di tutto il volume. Inoltre sono centralizzati: permettono il controllo di tutto l'edificio da un numero ridotto di punti di controllo.

- integrazione sostenibile: le fonti usate sono in maggior parte rinnovabili (acqua di falda freatica, energia solare, pioggia) e riducono di conseguenza l'impatto ambientale. Ma l'aspetto sostenibile si può anche percepire dalla durabilità e la flessibilità dell'impianto, che può essere modificato molto semplicemente e adattarsi ai bisogni che cambiano.

- integrazione architettonica: una grande parte dell'impianto è nascosta per permettere una fruibilità maggiore degli spazi, integrandosi logicamente nella struttura regolare dell'esistente. Ma questa integrazione è anche presentata all'utente di maniera didattica, mostrando i condotti di aerazione nella loro ultima ramificazione, uscendo a determinati posti della "pelle" ricostruita costituita del pavimento a terra.

Questo modello di progetto impiantistico integrato si basa su dei concetti razionali per controllare il comfort su una grande superficie con un'altezza ridotta e adattandosi a una struttura molto regolare. Questi due aspetti si possono ritrovare spesso nel recupero delle aree industriali dismesse, considerando la tipologia classica delle fabbriche. Quindi questa gestione di "piccoli ambienti" nella "pelle industriale esistente" costituisce una riflessione interessante per il recupero degli edifici industriali o della stessa tipologia in generale.

Note

¹ da un incontro con Ing. Gabriele Masera, maggio 2010

² interpretazione delle esperienze di laboratorio di Etheridge e Sanberg (1996) in *HVAC Handbook*, "Displacement ventilation in non-industrial premises", Skistad, Mundt, Nielsen, Hagström, Railio, ed. rehva (Federation of European Heating and Air-conditioning Associations), p.39

³ idem, p.29

⁴ studio pubblicato nel articolo del HVAC&R Research, marzo 2010 da Francesco Causone, docente del dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino, Stefano Paolo Corgnati, ricercatore dello stesso dipartimento, Bjarne W. Olesen, direttore del Centro internazionale per l'ambiente interno e l'energia della DTU

⁵ valori date durante i numerosi incontri con Ing. Enrico Mazzucchelli, docente del corso di Architettura Tecnica 2 al Politecnico di Milano (campus Leonardo) e Ing. Sergio Fiorati, assistente per il laboratorio, giugno-agosto 2010

⁶ Photovoltaic Geographical Information System, dell'European Commission Joint Research Center, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php?lang=it>

⁷ <http://www.eau-de-pluie.ch/index.php?page=generalites&cat=45>

Capitolo 9

Il progetto strutturale

Il progetto strutturale è stato sviluppato intorno alle nuove strutture. Da un lato si studia la struttura delle scatole, costituita da trave e pilastri di legno lamellare. Dall'altro lato si sviluppa la struttura dell'auditorio che crea una scatola di grande dimensioni.

9.1 La struttura delle scatole

Struttura di legno lamellare e aggancio alla struttura esistente

9.2 La struttura dell'auditorium

Grande luce superata da una struttura di legno

9.1 La struttura delle scatole

Abbiamo scelto di utilizzare una trave Kerto-S di *Finnforest* perché questo tipo di trave ha delle proprietà meccaniche superiore al legno lamellare classico.

Dati di progetto

Valori caratteristici	GL28h	Kerto-S
Resistenza a flessione $f_{m,k}$	28,00 N/mm ²	44 N/mm ²
Resistenza a taglio $f_{v,k}$	3,20 N/mm ²	4,1 N/mm ²
Modulo di elasticità medio $E_{0,mean}$	12 600 N/mm ²	13 800 N/mm ²
Modulo di taglio medio G_{mean}	780 N/mm ²	600 N/mm ²
Densità ρ_k	410 kg/m ³	480 kg/m ³

Tabella 9.1 *Confronto dei materiali*

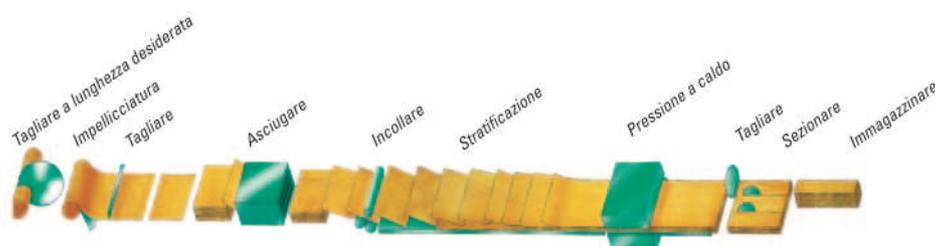


Figura 9.1 *Processo di fabbricazione del Kerto-S*

Le caratteristiche geometriche della trave considerata per i calcoli sono le seguenti:

Luce fra gli appoggi	$l = 12,7 \text{ m}$
Base della sezione	$b = 900 \text{ mm}$
Altezza della sezione	$h = 200 \text{ mm}$

Tabella 9.2 *Caratteristiche geometriche*

Azioni permanenti (G). Si tratta di tutte le azioni dovuti all'edificio stesso. Le travi delle scatole sostengono il solaio e gli eventuali tramezzi.

Calcolo dei carichi

Carichi dovuti al solaio

Stratigrafia	Spessore	Carichi
Linoleum	1 cm	negletti
Pannello a secco / Riscaldamento a pavimento	5,5 cm	10 daN/mq
Isolante acustico in fibra di cellulosa	1 cm	2 daN/mq
Struttura portante (Lignum K)	14,5 cm	35 daN/mq
Controsoffitto	1,25 cm	11 daN/mq
TOTALE	-	58 daN/mq

Tabella 9.3 *Peso del solaio*

Tutti i dati sono estratti dalla documentazione tecnica fornita dai fabbricanti.

Il peso proprio della trave deve essere considerato nelle azioni permanenti.

Carichi dovuti alla presenza di una tramezzatura. Consideriamo la situazione peggiore : una tramezzatura in posizione centrale. In questo caso, la parte opaca inferiore e la parte vetrata superiore misurano ciascuna 2,5m di altezza.

Tabella 9.4 *Peso dei tramezzi*

Stratigrafia	Spessore	Carichi
Eternit hydropanel	2 x 1,2 cm	73 kg/ml
Pannelli sandwich Celenit	2 x 5 cm	60 kg/ml
Vetro	2 x 4mm	50 kg/ml
Travetto di legno (7 cm x 14 cm)	14 cm	20 kg/ml
TOTALE	-	203 kg/ml

Azioni variabili (Q). Sono forniti nella normativa secondo la destinazione d'uso dell'edificio. Le Fonderie appartengono alla categoria B (uffici) per la quale il valore di riferimento è 250 daN/mq.

Formalizzazione del problema

Le travi delle scatole si adattano alla struttura esistente sono distanziati e raddoppiati ogni 5 metri. E' quindi possibile rendere il problema bidimensionale, considerando una zona di carico larga 2,5 metri. Allora otteniamo i seguenti carichi:

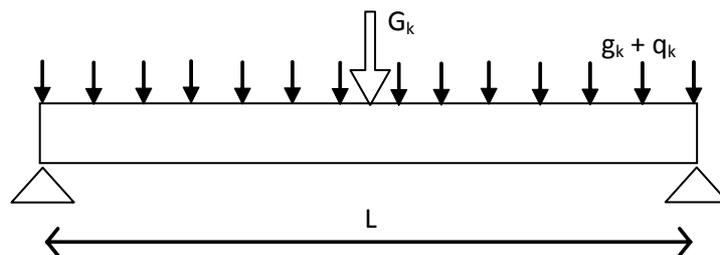
Azioni permanenti ripartite: $g_k = 58 \times 2,5 + (0,2 \times 0,9 \times 480) = 231 \text{ daN/ml}$

Azioni permanenti puntuali (tramezzatura) : $G_k = 203 \times 2,5 = 507,7 \text{ daN}$

Azioni variabili : $q_k = 250 \times 2,5 = 625 \text{ daN/ml}$

Consideriamo la situazione peggiore nella quale la portata della trave misura 12,7 m e la tramezzatura è situata nel mezzo .

Figura 9.2 *Trave su due appoggi*



In questa situazione, il momento, il taglio e la deformazione maximale hanno i valori seguenti:

$$M_{\max} = \frac{(q + g) \cdot L^2}{8} + \frac{G \cdot L}{4}$$

$$V_{\max} = \frac{(q + g) \cdot L}{2} + \frac{3G}{4}$$

$$u_{\max} = \frac{5(q + g) \cdot L^4}{384 E_{0, \text{mean}} \cdot J} + \chi \frac{(q + g) \cdot L^2}{8 G_{\text{mean}} \cdot A} + \frac{G \cdot L^3}{48 E_{0, \text{mean}} \cdot J}$$

Per i stati limite ultimi, i valori di calcolo delle azioni includono un coefficiente di sicurezza parziale tenendo conto, per esempio, della possibilità di variazioni sfavorevoli delle azioni, della possibilità di una modellazione inesatta delle azioni, delle incertezze nel calcolo degli effetti delle azioni o delle incertezze nella valutazione dello stato limite considerato.

I valori di questi coefficienti sono dati dall'Eurocodice 5 (paragrafo 2.3.3.1.):

Azioni permanenti : $\gamma_G = 1,35$

Azioni variabili : $\gamma_Q = 1,5$

Si deduce il valore del momento e delle sollecitazioni taglianti di progetto :

$$M_d = 1,35 \left(\frac{g_k \cdot L^2}{8} + \frac{G_k \cdot L}{4} \right) + 1,5 \left(\frac{q_k \cdot L^2}{4} \right)$$

$$V_d = 1,35 \left(\frac{g_k \cdot L}{2} + \frac{3G_k}{4} \right) + 1,5 \left(\frac{q_k \cdot L}{2} \right)$$

La verifica a *flessione* si traduce con la disuguaglianza seguente :

$$\sigma_d = \frac{M_d}{W} \leq f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m}$$

dove i simboli sono definiti come segue :

k_{mod} coefficiente di correzione che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità nella struttura.

γ_M coefficiente parziale di sicurezza per la proprietà del materiale.

W modulo di resistenza della sezione. Per una sezione rettangolare, $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$.

I valori di k_{mod} e γ_M sono dati nell'Eurocodice 5. Il valore di k_{mod} dipende della classe di servizio e della classe di durata del carico. In nostro caso, $k_{mod} = 0,8$ (classe di servizio 1 e durata media). Il valore di γ_M dipende dal materiale. Per il legno lamellare incollato, $\gamma_M = 1,25$.

La verifica di *taglio* si scrive :

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{A} \leq f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m}$$

dove $A=b \cdot h$ è l'area della sezione.

Si possono fare le applicazioni numeriche:

$$\sigma_d = \frac{1,35 \left(\frac{2310 \times 12,7^2}{8} + \frac{5070 \times 12,7}{4} \right) + 1,5 \left(\frac{6250 \times 12,7^2}{8} \right)}{\frac{0,2 \times 0,9^2}{6}} = 10,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{0,8 \times 44}{1,25} = 28,16 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = \frac{1,5 \left[\frac{(1,5 \times 2310 + 1,35 \times 6250) \times 12,7}{2} + \frac{3 \times 1,5 \times 5070}{4} \right]}{0,2 \times 0,9} = 0,68 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = 0,8 \times \frac{4,1}{1,25} = 2,62 \text{ N/mm}^2$$

Verifiche agli stati ultimi di servizio

Si devono effettuare le *verifiche di deformazione istantanea e finale*, nell'ipotesi di controfreccia nulla:

$$u_{2,ist} \leq L/300$$

$$u_{net,fin} \leq L/200$$

dove :

u_{net} la freccia netta ($u_{net} = u_1 + u_2$);

u_1 la freccia dovuta ai carichi permanenti;

u_2 la freccia dovuta ai carichi variabili.

La deformazione finale u_{fin} provocata da una azione è calcolata come segue:

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def})$$

k_{def} è un coefficiente che tiene conto dell'aumento di deformazione con il tempo dovuto all'effetto combinato della viscosità e dell'umidità. Il valore di k_{def} dipende della classe di durata del carico e della classe di servizio. In nostro caso, $k_{def} = 0,25$ (media durata, classe di servizio 1, legno lamellare incollato).

Calcolo:

$$u_{inst,g} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2410 \times 12,7^4}{11600 \cdot 10^6 \times \left(\frac{0,2 \times 0,9^3}{12} \right)} + \frac{1,2 \times 241 \times 12,7^2}{8 \times 400 \cdot 10^6 \times 0,2 \times 0,9} = 6,3 \text{ mm}$$

$$u_{inst,G} = \frac{5070 \times 12,7^3}{48 \times 11600 \cdot 10^6 \times \left(\frac{0,2 \times 0,9^3}{12} \right)} = 1,5 \text{ mm}$$

$$u_{inst,2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{6250 \times 12,7^4}{11600 \cdot 10^6 \times \left(\frac{0,2 \times 0,9^3}{12} \right)} + \frac{1,2 \times 6250 \times 12,7^2}{8 \times 400 \cdot 10^6 \times 0,2 \times 0,9} = 17,1 \text{ mm}$$

$$u_{2,ist} = 17,1 \text{ mm} \leq 42,3 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = 1,25 \times (17,1 + 6,3 + 1,5) = 31,1 \text{ mm} \leq 42,3 \text{ mm}$$

9.2 La struttura dell'auditorium

L'auditorium ha la particolarità di essere l'unica scatola del progetto a oltrepassare l'involucro dell'edificio originale. Così costituisce un elemento fondamentale dell'immagine esterna del progetto. La struttura esistente è stata quindi cancellata in favore di una nuova struttura.

Particolarità strutturale

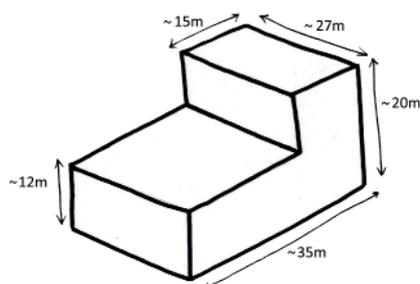


Figura 9.3 Forma e dimensione approssimative dell'auditorio

Le grandi dimensioni della sala e il nostro desiderio di costruire con il minimo impatto ambientale ci hanno portato a scegliere ancora l'uso del legno, e precisamente il legno lamellare. Tuttavia, le travi di Kerto-S sono di dimensioni limitate. La scelta si è voluta sull'utilizzo del legno lamellare GL28h questa volte.

Scelta del materiale

Valori caratteristici	GL28h
Resistenza a flessione $f_{m,k}$	28,00 N/mm ²
Resistenza a taglio $f_{v,k}$	3,20 N/mm ²
Modulo di elasticità medio $E_{0,mean}$	12 600 N/mm ²
Modulo di taglio medio G_{mean}	780 N/mm ²
Densità ρ_k	410 kg/m ³

Tabella 9.5 Caratteristiche del materiale

Dopo aver sviluppato i calcoli relativi alle travi di legno lamellare delle scatole, si utilizza per questo studio il software Finnwood sviluppato dalla dita Finnforest, produttore del Kerto, e relativo alla verifica delle travi in legno lamellare.

Travi della sala

Nella parte bassa dell'auditorio, la sala, le travi sono su quattro appoggi.

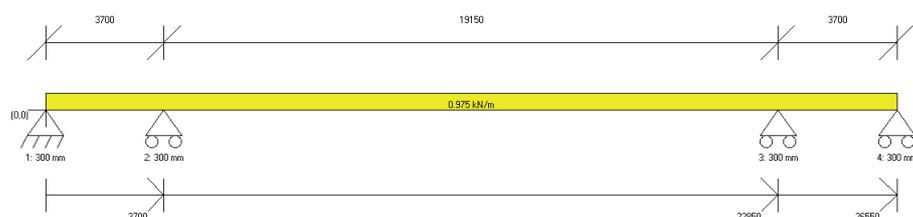


Figura 9.4 Trave su quattro appoggi

I dati di progetto sono le seguenti:

Tabella 9.6
Caratteristiche
geometriche

Luce fra gli appoggi laterali	$l_1 = l_3 = 3,7 \text{ m}$
Luce fra gli appoggi centrali	$l_2 = 19,15 \text{ m}$
Interasse fra le travi	$i = 2,3 \text{ m}$
Base della sezione	$b = 300 \text{ mm}$
Altezza della sezione	$h = 720 \text{ mm}$

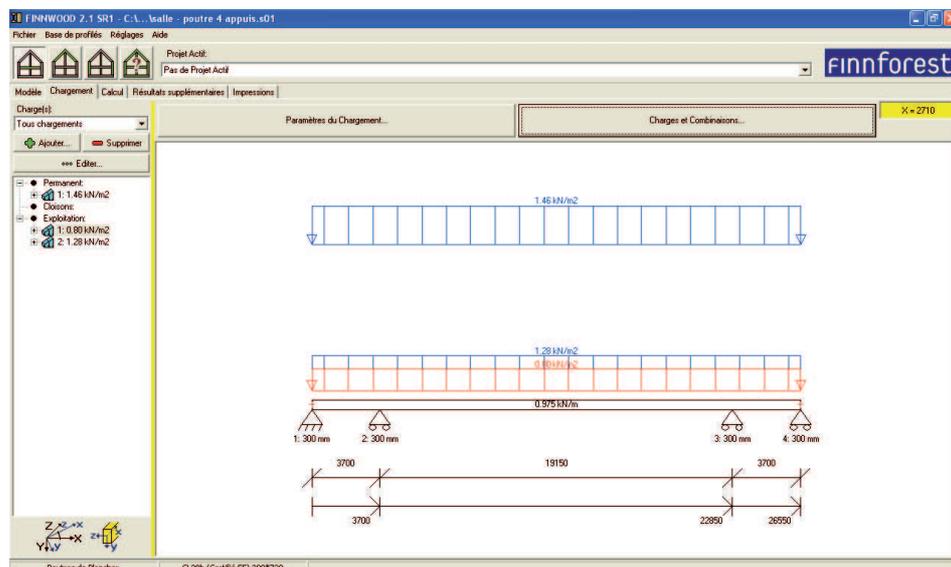
I carichi sono composti dai carichi permanenti e dai carichi variabili. I primi raggruppano il peso proprio della trave così come il peso della stratigrafia del tetto dell'auditorio. I secondi comprendono i carichi variabili imposti dall'Eurocodice e il carico dovuto alla neve.

Tabella 9.7 Carichi di
progetto

Carichi permanenti	Carichi variabili
- peso proprio: $G_1 = 2,90 \text{ kN/m}^2$	- carico variabile di categoria H (tetti): $Q_1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- chiusura orizzontale: $G_2 = 1,46 \text{ kN/m}^2$	- neve: $Q_s = 1,28 \text{ kN/m}^2$

Seguono alcune catture dello schermo che si riferiscono al processo di verifica con Finnwood. La prima tappa consiste nel disegno del modello e la definizione delle sue caratteristiche geometriche. Poi si determinano i carichi sostenuti dalla trave. Il peso proprio è automaticamente preso in conto. Nella linguetta seguente sono presentati i risultati. La trave è verificata allo stato limite ultimo (flessione e taglio) così come allo stato limite di esercizio (freccia istantanea e finale).

Figura 9.5 Carico della
trave sul software
Finnwood



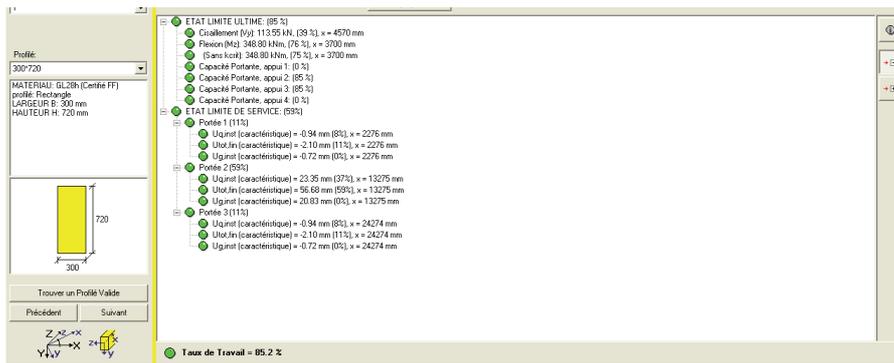


Figura 9.6 Calcoli

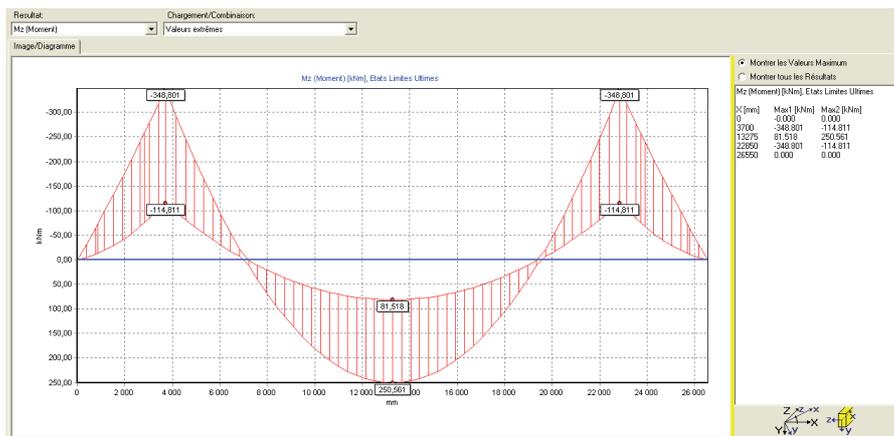


Figura 9.7 Momento flettente (SLU)

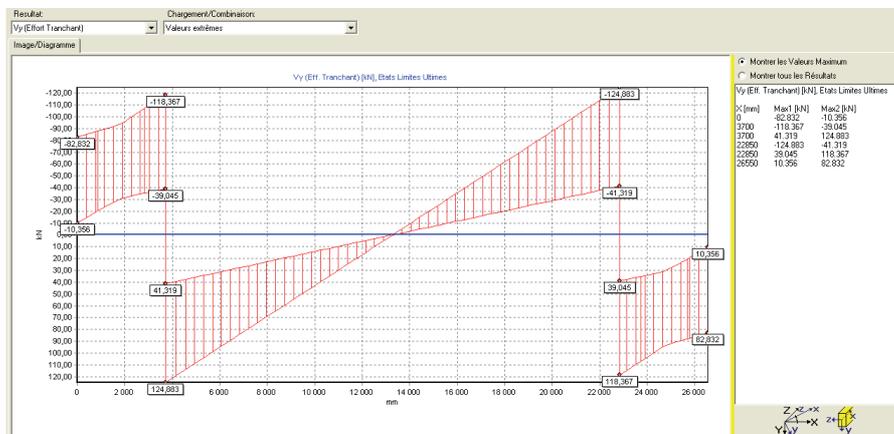


Figura 9.8 Taglio (SLU)

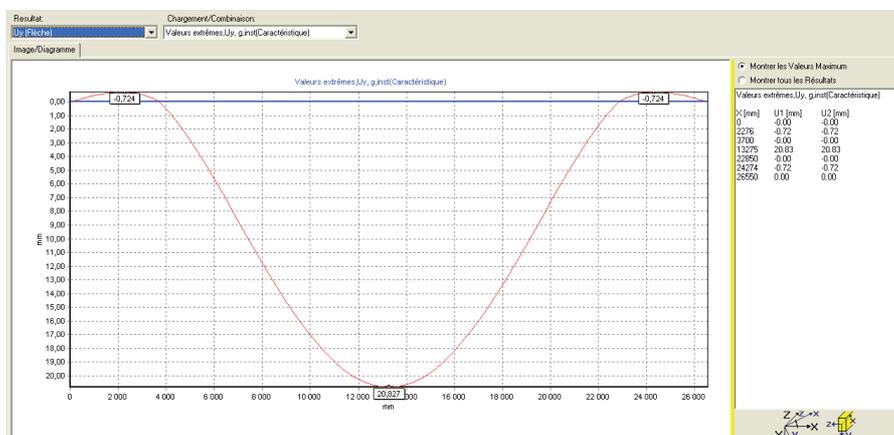


Figura 9.9 Valori estremi della freccia

Verifiche agli stati limiti ultimi

Usando i risultati dati dal software, si può fare la verifica a *flessione*. Abbiamo:

$$M_d = 348,8 \text{ kN.m} \quad \text{e quindi:} \quad \sigma_d = \frac{M_d}{W} = \frac{M_d}{\frac{b \cdot h^2}{6}} = 13,46 \text{ MPa}$$

$$\text{eppure:} \quad f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 17,92 \text{ MPa}$$

Infine abbiamo proprio: $\sigma_d \leq f_{md}$

Per la verifica a *taglio*, abbiamo:

$$T_d = 113,55 \text{ kN} \quad \text{e quindi:} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{T_d}{A} = 0,79 \text{ MPa}$$

$$\text{eppure:} \quad f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 1,73 \text{ MPa}$$

Infine abbiamo proprio: $\tau_d \leq f_{vd}$

Verifiche agli stati limiti di esercizio

Si deve effettuare verifiche di *deformazione istantanea e differita* nell'ipotesi di contro-freccia nulla:

$$u_{2, \text{ist}} \leq \frac{l}{300}$$

$$u_{\text{net, fin}} \leq \frac{l}{200}$$

Il software da i risultati seguenti che confermano la verifica:

$$u_{2, \text{ist}} = 23,35 \text{ mm} \leq \frac{l}{300} = 63,83 \text{ mm}$$

$$u_{\text{net, fin}} = 56,68 \text{ mm} \leq \frac{l}{200} = 95,75 \text{ mm}$$

Pilastri della sala

Ciascuna trave è sostenuta da un pilastro. Siccome l'altezza è grande, i pilastri sono controventati, creando un secondo appoggio alla sommità.

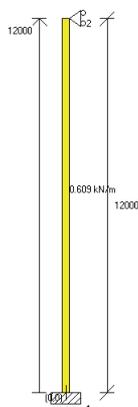


Figura 9.10 *Pilastro su due appoggi*

I dati di progetto sono le seguenti:

Luce fra gli appoggi	$l = 12 \text{ m}$
Base della sezione	$b = 300 \text{ mm}$
Altezza della sezione	$h = 720 \text{ mm}$

Tabella 9.8 *Caratteristiche geometriche*

L'area da prendere in conto vale: $A = 26,28 \text{ m}^2$

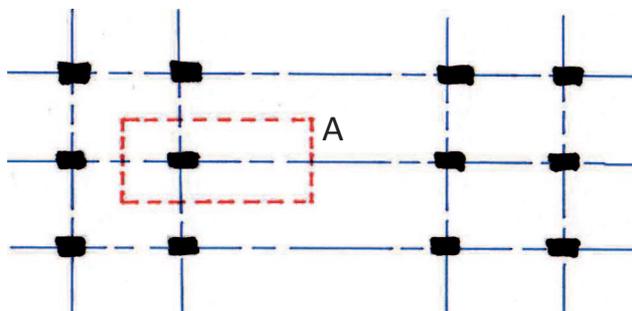


Figura 9.11 *Area sostenuta dal pilastro*

I carichi sono composti dai:

Carichi permanenti	Carichi variabili
- peso proprio: $G_1 = 6,52 \text{ kN}$	- carico variabile di categoria H (tetti): $Q_1 = 21,0 \text{ kN}$
- peso della trave: $G_2 = 9,93 \text{ kN}$	- neve: $Q_s = 33,6 \text{ kN}$
- chiusura orizzontale: $G_3 = 38,4 \text{ kN}$	

Tabella 9.9 *Carichi di progetto*

Verifica della snellezza e del carico critico

Si ricava la combinazione di carico F:

$$F = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k + 0,7 \cdot Q_s$$

Nel nostro caso abbiamo quindi: $F = 129,1 \text{ kN}$

Si calcola la snellezza del pilastro:
$$\lambda = \frac{l_0}{\sqrt{i}} = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{l_0 \cdot \sqrt{12}}{h}$$

e con $l_0 = 0,7 \cdot l$ si ottiene: $\lambda = 64,7$

e si compara alla snellezza critica:
$$\lambda_{cr} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{c,0,k}}} = 68,5$$

Siccome $20 < \lambda \leq \lambda_{cr}$ il carico critico viene calcolato dall'espressione euleriana:

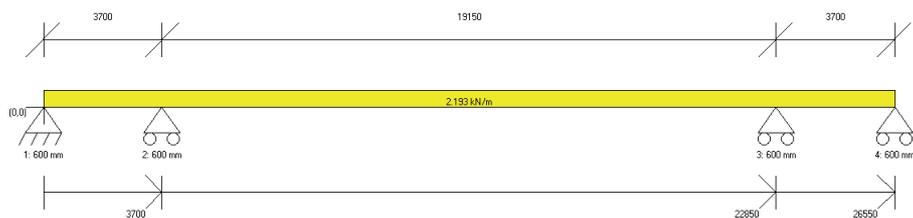
$$F_{cr} = \frac{2 \cdot f_{c,0,k} \cdot b \cdot h}{1 + \left(\frac{\lambda}{\lambda_{cr}}\right)^2} = 3781 \text{ kN}$$

Risulta la verifica del pilastro: $F \leq F_{cr}$

Travi della torre scenica

Il modello è preso uguale a quello della sala.

Figura 9.12 Trave su quattro appoggi



I dati di progetto sono le seguenti:

Tabella 9.10 Caratteristiche geometriche

Luce fra gli appoggi laterali	$l_1 = l_3 = 3,7 \text{ m}$
Luce fra gli appoggi centrali	$l_2 = 19,15 \text{ m}$
Interasse fra le travi	$i = 2,95 \text{ m}$
Base della sezione	$b = 600 \text{ mm}$
Altezza della sezione	$h = 810 \text{ mm}$

Anche i carichi sono simili a quelli della sala però cui si aggiunge il peso dei scenari:

Carichi permanenti	Carichi variabili
- peso proprio: $G_1 = 3,26 \text{ kN/m}^2$	- carico variabile di categoria H (tetti): $Q_1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- chiusura orizzontale: $G_2 = 1,46 \text{ kN/m}^2$	- scenari: $Q_2 = 4,00 \text{ kN/m}^2$
	- neve: $Q_s = 1,28 \text{ kN/m}^2$

Tabella 9.11 Carichi di progetto

La verifica è stata fatta con il software Finnwood di cui sono estratte alcune immagini che fanno vedere il processo.

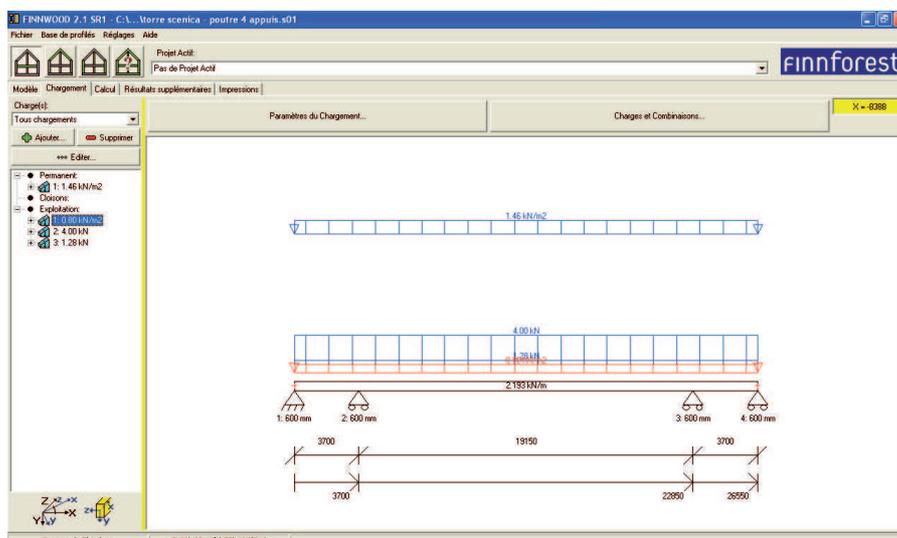


Figura 9.13 Carico della trave sul software Finnwood

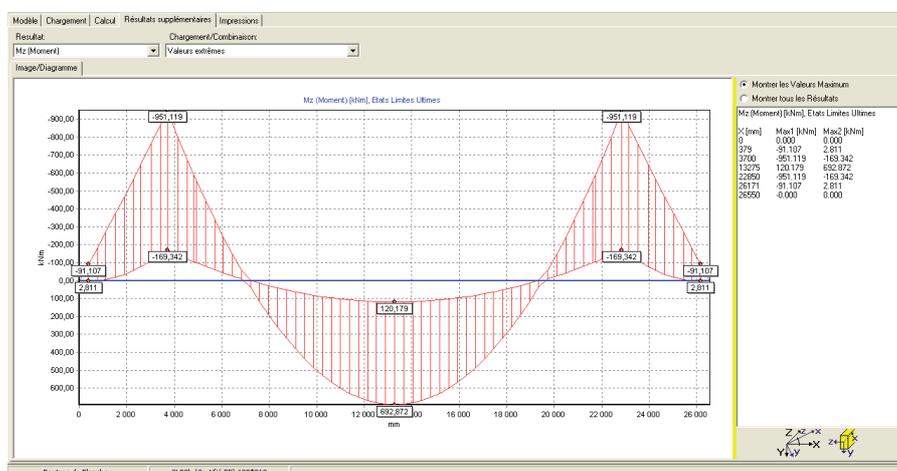


Figura 9.14 Momento flettente (SLU)

Figura 9.15 Taglio (SLU)

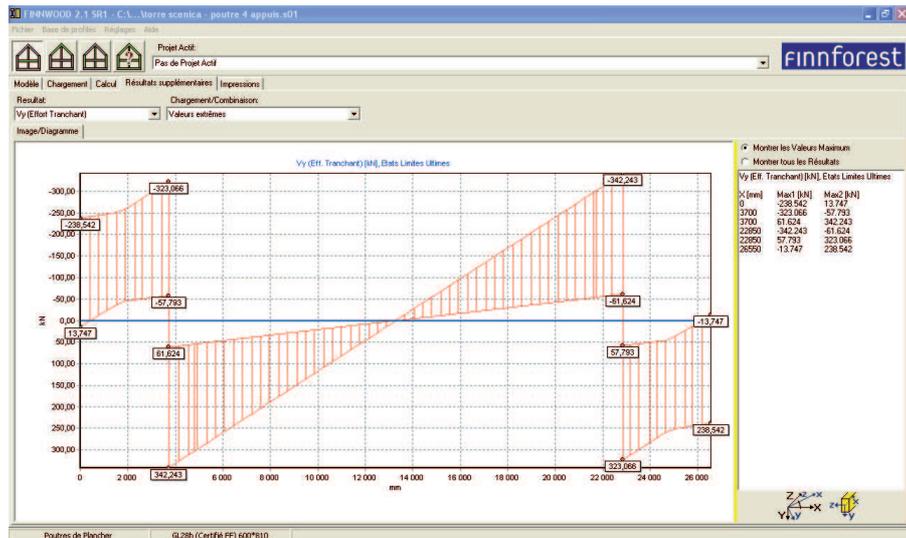


Figura 9.16 Valori estremi della freccia

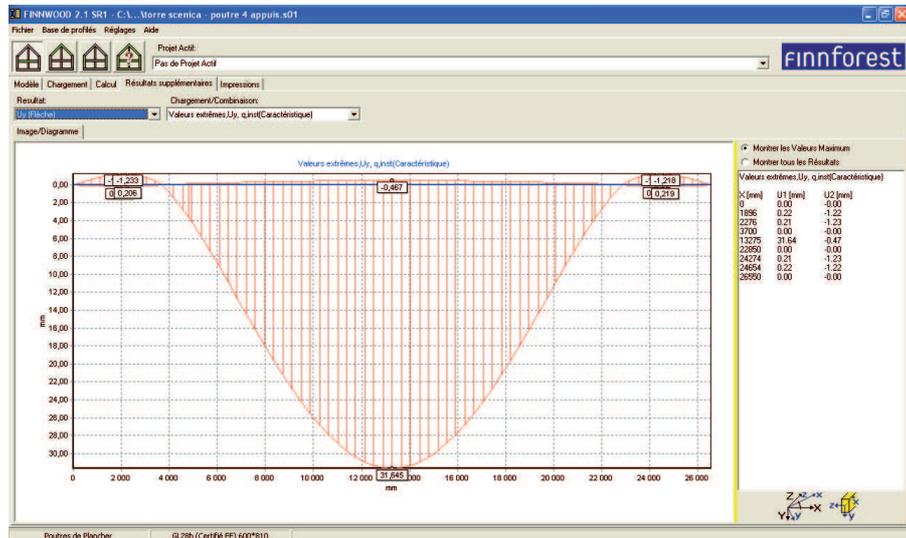
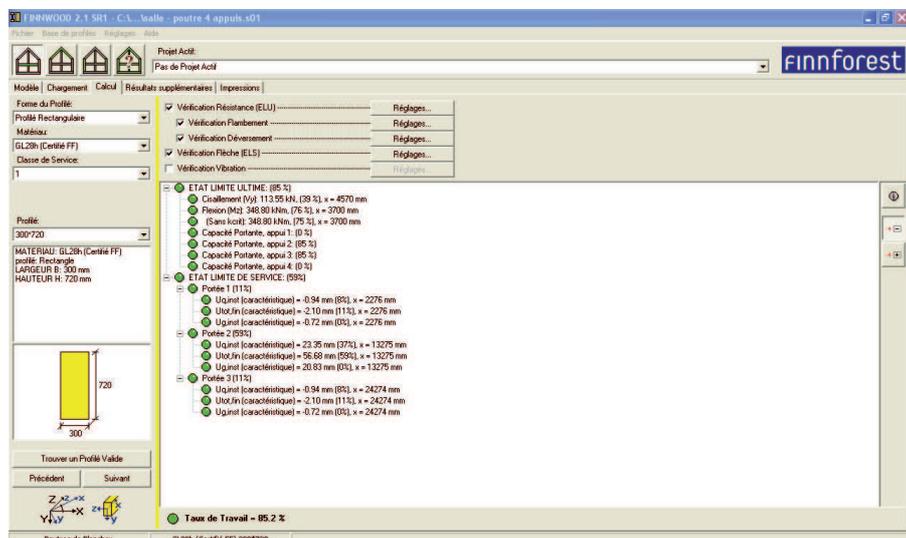


Figura 9.17 Calcoli



Usando i risultati dati dal software, si può fare la verifica a *flessione*. Abbiamo:

Verifiche agli stati limiti ultimi

$$M_d = 951,12 \text{ kN.m} \quad \text{e quindi:} \quad \sigma_d = \frac{M_d}{W} = \frac{M_d}{\frac{b \cdot h^2}{6}} = 14,5 \text{ MPa}$$

$$\text{eppure:} \quad f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 17,92 \text{ MPa}$$

Infine abbiamo proprio: $\sigma_d \leq f_{md}$

Per la verifica a *taglio*, abbiamo:

$$T_d = 302,64 \text{ kN} \quad \text{e quindi:} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{T_d}{A} = 0,93 \text{ MPa}$$

$$\text{eppure:} \quad f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 1,73 \text{ MPa}$$

Infine abbiamo proprio: $\tau_d \leq f_{vd}$

Si deve effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita nell'ipotesi di contro-freccia nulla:

Verifiche agli stati limiti di esercizio

$$u_{2, \text{ist}} \leq \frac{l}{300}$$

$$u_{\text{net, fin}} \leq \frac{l}{200}$$

Il software da i risultati seguenti che confermano la verifica:

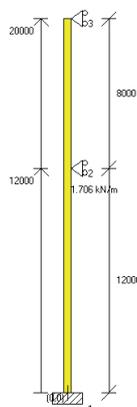
$$u_{2, \text{ist}} = 31,64 \text{ mm} \leq \frac{l}{200} = 63,83 \text{ mm}$$

$$u_{\text{net, fin}} = 56,68 \text{ mm} \leq \frac{l}{200} = 95,75 \text{ mm}$$

Pilastrini della sala

La grande altezza di questi pilastrini richiede la presenza di un appoggio supplementare. Diventa un pilastrino su tre appoggi.

Figura 9.18 Pilastrino su tre appoggi



I dati di progetto sono le seguenti:

Tabella 9.12
Caratteristiche
geometriche

Luce fra gli appoggi inferiori	$l_1 = 12 \text{ m}$
Luce fra gli appoggi superiori	$l_2 = 8 \text{ m}$
Base della sezione	$b = 600 \text{ mm}$
Altezza della sezione	$h = 630 \text{ mm}$

Come per i pilastrini della sala, si aggiunge il peso proprio del pilastrino ai carichi della trave. L'area d'azione dei carichi rimane la stessa.

Tabella 9.13 Carichi di progetto

Carichi permanenti	Carichi variabili
- peso proprio: $G_1 = 30,4 \text{ kN}$	- carico variabile di categoria H (tetti): $Q_1 = 21,0 \text{ kN}$
- peso della trave: $G_2 = 22,3 \text{ kN}$	- scenari: $Q_2 = 105,0 \text{ kN}$
- chiusura orizzontale: $G_3 = 38,4 \text{ kN}$	- neve: $Q_s = 33,6 \text{ kN}$

Si ricava la combinazione di carico F:

$$F = 1,35.G_k + 1,5.Q_k + 0,7.Q_s$$

Nel nostro caso abbiamo quindi: $F = 335,5 \text{ kN.m}$

Si calcola la snellezza del pilastro: $\lambda = \frac{l_0}{\sqrt{i}} = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{l_0 \cdot \sqrt{12}}{h}$

e con $l_0 = 1,07 \cdot \frac{l_a + l_b}{2}$ si ottiene: $\lambda = 58,8$

e si compara alla snellezza critica: $\lambda_{cr} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{c,0,k}}} = 68,5$

Siccome $20 < \lambda \leq \lambda_{cr}$ il carico critico viene calcolato dall'espressione euleriana:

$$F_{cr} = \frac{2 \cdot f_{c,0,k} \cdot b \cdot h}{1 + \left(\frac{\lambda}{\lambda_{cr}}\right)^2} = 11535 \text{ kN.m}$$

Risulta la verifica del pilastro: $F \leq F_{cr}$

Verifica della snellezza e
del carico critico

Capitolo 10

Lo studio della luce

La flessibilità degli spazi interni richiede un approccio generale in modo di garantire il comfort visuale per tutte le configurazioni possibili. La presenza di scatole interne crea un ambito complesso che richiede lo studio di soluzione poco comune.

10.1 Il quadro normativo

Riassunto delle normative italiane e europee

10.2 Le verifiche

Metodo di studio e risultati

10.3 Le soluzioni passive

Ricerche di soluzioni ai problemi evidenziati nella parte precedente

10.1 Il quadro normativo

Il La normativa italiana sull'illuminazione naturale degli ambienti è abbastanza carente. Al contrario di cosa che avviene in altri paesi europei, come la Francia, non bisogna presentare un calcolo illuminotecnico per vedersi approvare delle licenze edilizie. I documenti legislativi e tecnici che danno indicazioni sono i seguenti :

- Decreto Presidente della Repubblica n. 303 del 19/3/56 – “Norme generali per l'igiene del lavoro”.
- Circolare Ministero LL. PP. n. 3151 del 22/5/67 – “Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione delle costruzioni edilizie”, relativa all'edilizia civile sovvenzionata.
- Circolare Ministero LL. PP. n. 13011 del 22/12/74 – “Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione”.
- Decreto del Ministero della Sanità del 5/7/75 – “Modificazioni alle istruzioni ministeriali del 20/6/1896 relative altezza minima dei locali ed ai requisiti igienico sanitari principali dei locali di abitazione”.
- Decreto del Ministero dei LL. PP. del 18/12/75 – “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”.

Il precedente decreto ci interessa particolarmente perché si tratta degli edifici scolastici. Il paragrafo 5.2 esplicita le condizioni dell'illuminazione e del colore : “L'illuminazione naturale e artificiale degli spazi e dei locali della scuola deve essere tale da assicurare agli alunni il massimo di comfort visivo; pertanto deve avere i seguenti requisiti:

- livello di illuminazione adeguato;
- equilibrio delle luminanze;
- protezione dai fenomeni di abbagliamento.”

	illuminamento [lux]
Piano dei tavoli negli spazi per il disegno	300
Lavagne e cartelloni	300
Piano di lavoro in spazi per lezione, studio, lettura, uffici	200
Spazi per riunioni, ginnastica	100
Corridoi, scale, servizi igienici, spogliatoi, atri	100

Tabella 10.1
illuminamenti

I valori minimi di illuminamento sul piano di lavoro sono riportati nella seguente tabella soprastante.

Il decreto definisce il fattore di luce diurna come “il rapporto tra l’illuminamento medio dell’ambiente chiuso e l’illuminamento che si avrà nelle identiche condizioni di tempo e di luogo, su una superficie orizzontale esposta all’aperto in modo da ricevere luce dall’intera volta celeste senza irraggiamento diretto del sole”. Prescrive i seguenti valori:

Tabella 10.2 Fattori medi di luce

	Fattore medio di luce
Ambienti ad uso didattico (aule per lezione, studio, lettura, laboratori, disegno, ecc.)	0,03
Palestre, refettori	0,02
Uffici, spazi per la distribuzione, scale, servizi igienici	0,01

La regione Emilia Romagna supera le prescrizioni nazionali perché l’illuminotecnica è oggetto di una legge. Tre testi sono stati promulgati dalla regione: la Legge Regionale n.19 del 29/09/2003, la Direttiva Regionale n.2263 del 29/12/2005 e la circolare esplicativa n.14096 del 12/10/2006. Servono di riferimento alla scala dell’Italia intera.

A partire dall’Ottobre 2004 in Italia è stata recepita la Norma Europea EN 12464 che riguarda l’illuminazione dei posti di lavoro. Stabilisce valori per tre parametri illuminotecnici :

-l’illuminamento da mantenere (Em): “nelle aree in cui si svolge un lavoro continuo, l’illuminamento da mantenere non deve essere inferiore a 200 lux”.

-la resa dei colori: “per fornire un’indicazione oggettiva delle proprietà di rappresentazione cromatica di una fonte luminosa è stato introdotto l’indice Ra di resa cromatica generale. Il valore massimo di Ra è 100. I numeri diminuiscono con la diminuzione della resa cromatica. Le lampade con un indice di resa cromatica inferiore a 80, non dovrebbero essere usate negli interni dove la gente lavora o sosta a lungo”.

-l’abbagliamento : “l’abbagliamento è quella sensazione prodotta da aree piene di luce entro il campo visivo e può essere fastidioso o menomante”. “Il grado di abbagliamento fastidioso derivante direttamente dagli apparecchi di un impianto di illuminazione interno viene determinato usando il metodo tabulare di Classificazione Unificata degli Abbagliamenti (UGR) CIE, basato sulla formula seguente :

$$UGR = 8 \cdot \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \cdot \varpi}{p^2} \right)$$

dove : L_b e L sono le luminanze dello sfondo e delle parti luminose degli apparecchi di illuminazione; ϖ l’angolo solido delle parti luminose di ogni apparecchio e p

l'indice di posizione di Guth.”

I valori minimi di queste grandezze sono indicati in una tabella a secondo la destinazione d'uso del locale. Ecco una selezione di alcuni casi che corrispondo con le funzioni presente nelle Fonderie:

N. rif.	Tipo di interno, compito o attività	Em	UGRL	Ra
3.0	Uffici			
3.4	Stazioni di lavoro CAD	500	19	80
3.5	Sale convegni e sale riunioni	500	19	80
5.0	Luoghi pubblici			
5.1.1	Atrio	100	22	80
5.1.4	Biglietterie	300	22	80
5.2	Ristoranti e alberghi			
5.2.3	Ristorante, sala da pranzo, sala ricevimenti	(1)	(1)	80
5.5	Musei			
5.5.1	Mostre, non sensibili alla luce	(2)	(2)	(2)
5.6	Biblioteche			
5.6.1	Scaffali	200	19	80
5.6.2	Zona di lettura	500	19	80
6.0	Locali scolastici			
6.2.1	Aule, aula docenti	300	19	80
6.2.6	Sale d'arte	500	19	80
6.2.7	Sale per disegno tecnico	750	16	80
6.2.11	Laboratorio didattico	500	19	80

Tabella 10.3 *Elenco dei casi presenti nel progetto*

(1) L'illuminazione deve essere progettata in modo tale da creare l'atmosfera giusta.

(2) L'illuminazione viene determinata dai requisiti della mostra.

10.2 Le verifiche

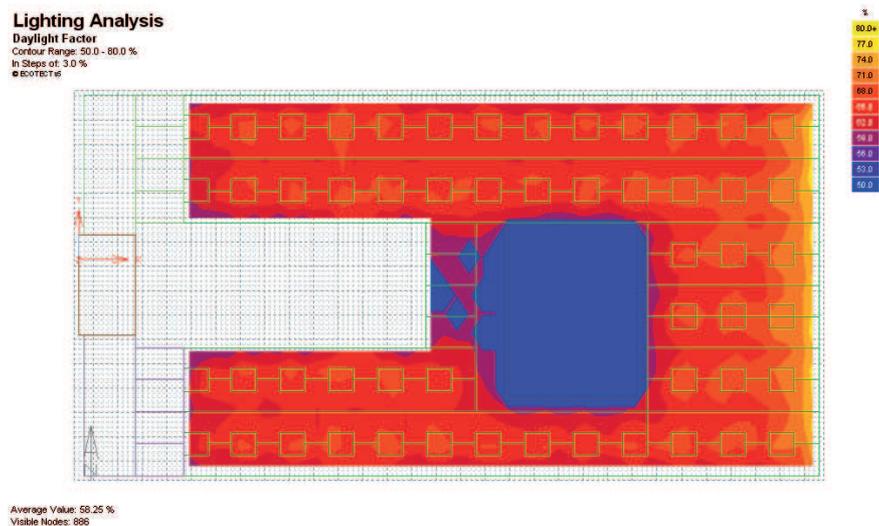
I valori di riferimento I diversi testi normativi insistono sui concetti di illuminazione e di abbagliamento. Le sorgenti artificiali permettono di correggere una mancanza o una cattiva distribuzione della luce. Affinché di garantire un approccio che rispetta l'ambiente, la vera sfida sta nello studio della luce naturale. In questo contesto, il primo passo da eseguire è di analizzare il Fattore di Luce Diurno. Il suo valore medio fornisce un'indicazione delle dimensioni delle aperture necessarie. L'esame dei valori estremi dà informazioni sugli eventuali squilibri. Può giustificare, ad esempio, la modifica della posizione relativa delle finestre o l'utilizzo di una schermatura. Come riferimento progettuale, si considera un valore di FLD medio del 3%, conformemente alla norma italiana vigente.

Per affinare questa prima analisi, due calcoli complementari saranno realizzati. Il calcolo del illuminamento permette di misurare la quantità di luce che raggiunge l'area di lavoro. Il valore di 200lux è considerato rilevante nell'ambito del nostro progetto composto principalmente di aule. La verifica dell'abbagliamento si fa tramite il calcolo della luminanza. Sarà verificato che il valore massimo non supera il 20% del valore medio.

Verifica del caso generale La ricerca di flessibilità offre un gran numero di opportunità di sistemazione per le scatole. Rende impossibile uno studio sistematico e impone un ragionamento globalizzato.

Le scelte architettoniche permettono di identificare situazioni particolarmente sfavorevoli. Le nostre ricerche si sono concentrate su questi casi problematici. Per circoscrivere il problema, abbiamo iniziato studiando l'Openspace vuoto, ovvero senza alcuna finestre interna. L'auditorium, che è un attrezzatura fissa, è stato preso in considerazione.

Figura 10.1
FLD nell'openspace



Dalla lettura delle simulazioni sopra riportate, è evidente che l'Openspace nella sua forma attuale beneficia di un illuminamento soddisfacente in quanto elevato e uniforme. Questo risultato dimostra che anche al momento della costruzione dei capannoni, la progettazione della luce era oggetto di particolare attenzione. Il foyer del auditorio presenta dei valori inferiori alla media, ma ancora ampiamente accettabili. Le scatole che occupano questa zona non ospitano attività sensibili. Non meritano quindi alcuna indagine particolare.

Dopo questo primo passo, abbiamo cercato di capire come la presenza di una scatola di due piani influenza le condizioni di illuminazione generale. Si vede sulla figura sottostante che gli effetti significativi sono limitati ad una fascia periferica che ha una larghezza di circa 3 metri. Questa constatazione evidenzia l'effetto dei lucernari che tendono a filtrare la luce orizzontale per favorire la luce zenitale.

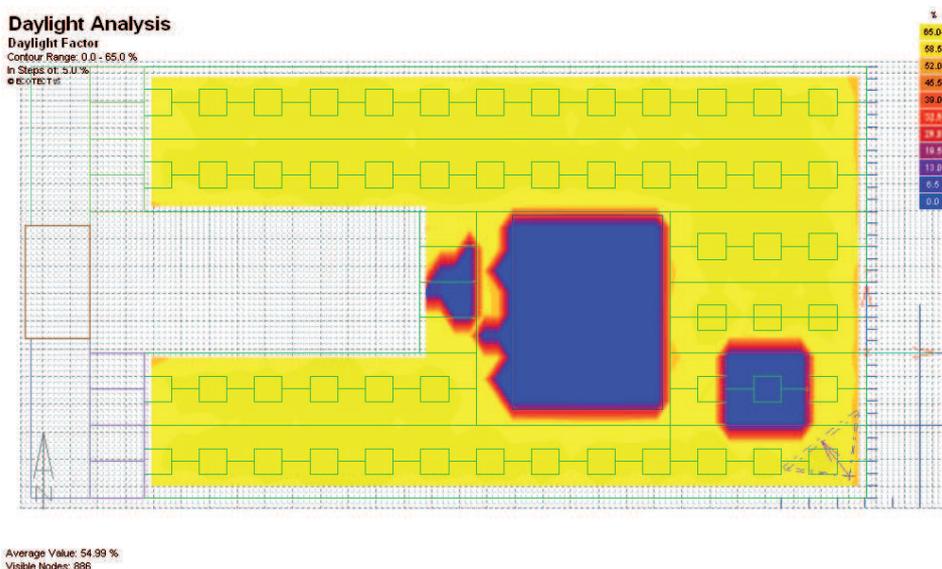


Figura 10.2 *Conseguenze della presenza di una scatola*

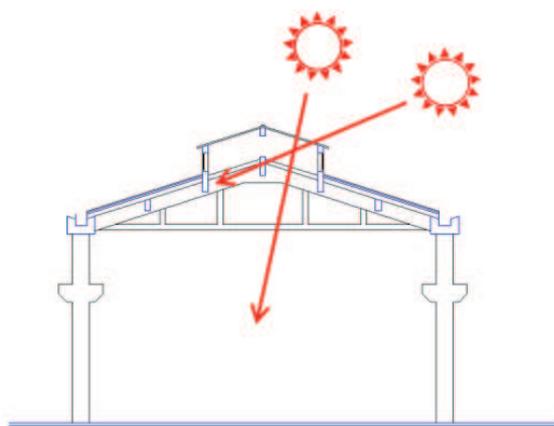


Figura 10.3 *Schema esplicativo dell'illuminazione verticale*

Nel nostro progetto, tutte le pareti sono posizionate su una griglia strutturale la cui maglia elementare misura 5m x 2,1m. I corridoi di 2,1m sono stati considerati troppo piccoli per servire dei locali che possono ospitare un pubblico numeroso. La distanza minima tra due scatole supera sistematicamente 4m (5m sull'asse est-ovest e 4,2m sull'asse nord-sud). Questa particolarità costruttiva del

progetto, aggiunta all'illuminazione zenitale porta a un risultato importante. Autorizza, nello studio della luce naturale, a prendere in considerazione solo le caratteristiche proprie della scatola e a trascurare l'influenza degli altri.

Quindi solo due fattori giocano un ruolo rilevante :

- la volumetria del locale
- la possibilità di creare delle aperture

Analizzando le specificità del progetto con il senso comune, diventa possibile identificare con precisione la situazione peggiore in termini di luce naturale.

Il programma descrive la superficie di ciascuna funzione. I laboratori della facoltà si distinguono come i più grandi locali. Ciascuno copre una superficie di 180mq. È difficile immaginare delle aule più estese (oltre alle 200mq) se una sistemazione dello spazio avvirebbe nel futuro. Oltre questa limita, il concetto di scatola non ha più senso. Diventa più giudizioso creare delle partizioni a tutta altezza che preservano la percezione dell'Openspace (come abbiamo fatto per il science-center).

Un locale di tale superficie intercetta inevitabilmente la proiezione di un lucernario. La situazione peggiore riguarda quindi le aule situate al piano terra.

Il concetto di scatola isolato offre la possibilità di creare delle finestre su almeno due pareti laterali.

Il piano terra di una scatola costeggiando il muro perimetrale dell'Openspace occupa una posizione particolarmente sfavorevole. Infatti le finestre della facciata sono situati ad una altezza di 2m. Permettono un apporto di luce estremamente limitato.

Tutte le osservazioni precedenti portano a identificare la situazione peggiore in termini di luce naturale. Si tratta di un locale con le seguenti caratteristiche:

- due muri laterali ciechi
- superficie di 200mq
- collocazione al piano terra
- connessione con il muro della facciata esistente

Per un tale locale, è possibile fare aperture soltanto su una delle pareti laterali. Controllare il funzionamento della flessibilità in termini di luce naturale significa esaminare la possibilità di compiere i requisiti progettuali minimi disponendo delle finestre su quest'unica parete.

Esamineremo il caso più favorevole, quando la parete è completamente vetrata.

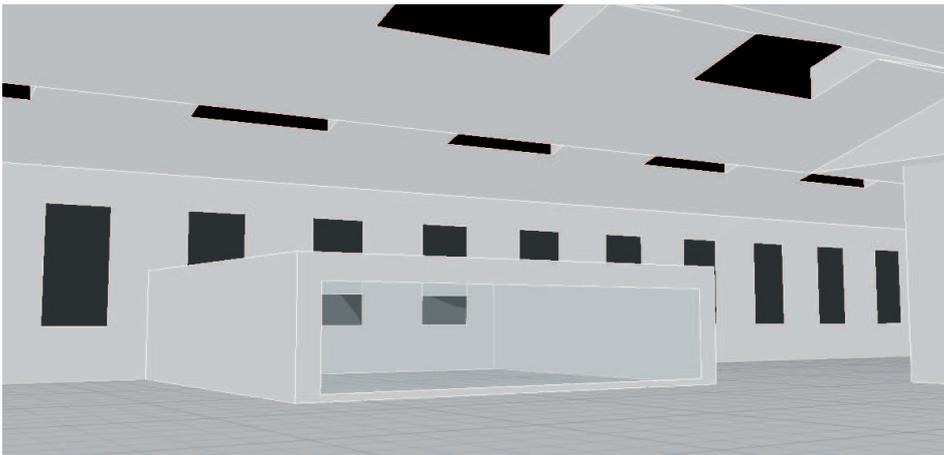


Figura 10.4
Vista della scatola
supporto di studio

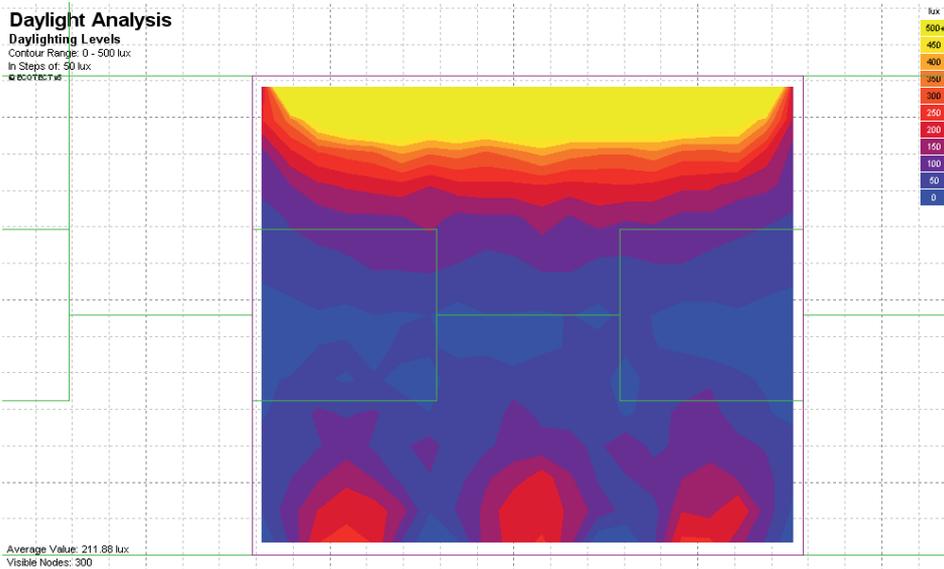
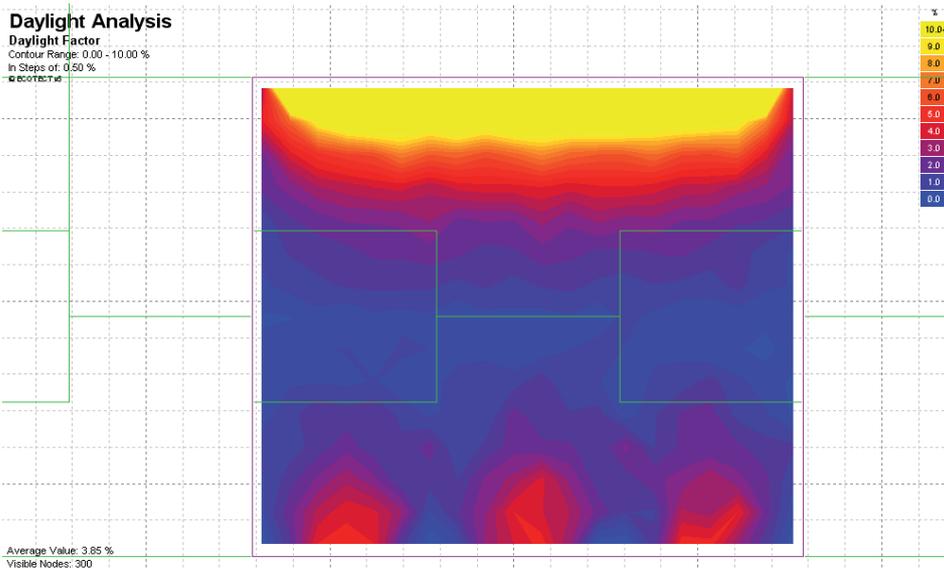


Figura 10.5
Risultati della
simulazione

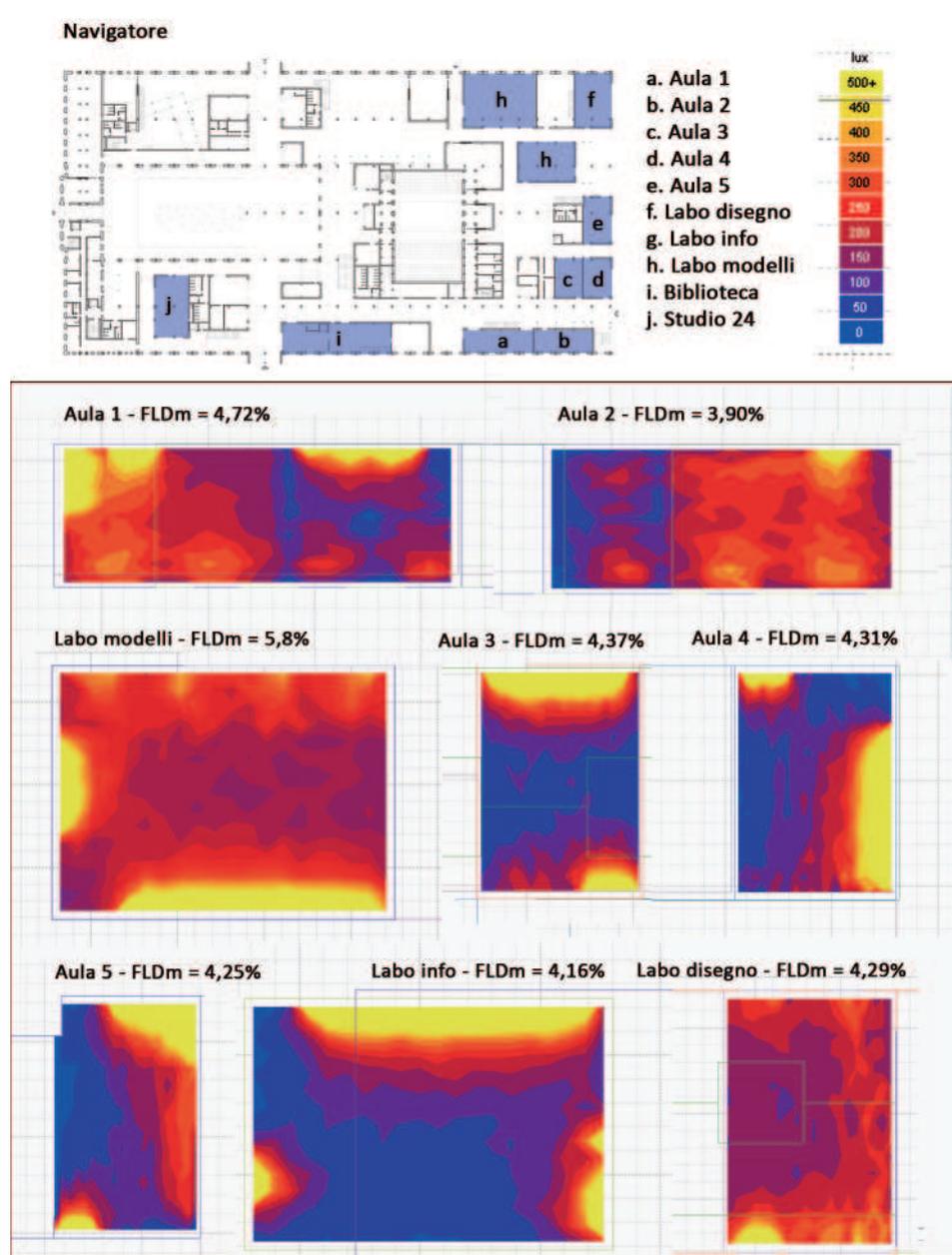


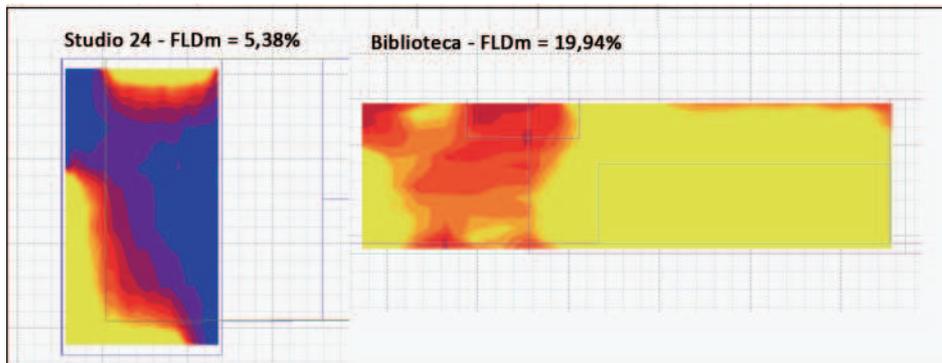
Il FLD medio vale 3,85%. Supera quindi il valore di riferimento per il progetto. Tuttavia si osserva un distribuzione non uniforme della luce. Le zone intorno alle finestre hanno un'illuminazione sufficiente. Al contrario, nella parte centrale, l'illuminamento è inferiore al valore richiesto di 200 lux. Questa constatazione è coerente con i studi preliminari che hanno mostrato che la luce nell'openspace aveva un componente principalmente zenitale.

Studio di casi particolari

Per verificare che il modello sviluppato era veramente rappresentativo, l'edificio è stato disegnato interamente nel Software Ecotect e simulazioni sono state condotte nei luoghi più critici (ovvero quelli i più grandi e che richiedono il massimo di luce).

Figura 10.6
Livelli d'illuminamento e
fattore di luce diurna
medio di alcuni locali
sensibili





Le simulazioni forniscono risultati coerenti. I valori medio di FLD sono superiori a quello ottenuto per il modello di riferimento. Così dimostrano la validità del ragionamento effettuato.

Si nota, tuttavia, che il margine di libertà è ridotto perché è stato necessario creare grande aperture per ottenere dei risultati soddisfacenti.

La biblioteca si distingue da un livello d'illuminamento molto elevato. Questo caso particolare si spiega da l'illuminazione zenitale. Infatti esiste nella biblioteca un spazio a doppia altezza che consente l'arrivo della luce dai sheds fino al piano terra.

Le simulazioni mostrano distribuzioni di illuminamento ineguale. Confermano quindi le osservazioni fatte sul modello di riferimento.

Per affrontare questi problemi, diverse piste sono state esplorate. Prima abbiamo ci siamo impegnati ad affinare i risultati, utilizzando un altro software. Abbiamo anche condotto una ricerca sulle soluzioni passive in grado di migliorare l'uniformità della luce naturale.

Abbiamo esportato nel software Radiance il modello iniziale. Abbiamo poi effettuato il calcolo dell'illuminamento prendendo cura di definire i stessi parametri che prima.

Simulazioni con il software Radiance

Il calcolo conduce a dei risultati migliori che quelli ottenuti in Ecotect. Quest'osservazione ci ha portato a rimettere in discussione l'uso di quest'ultimo software. Sembra che i componenti diffusi e rifletti non sono presi in considerazione correttamente.

Christoph Reinhart, dottore all'università di Harvard, fornisce alcuni elementi di spiegazione :

« BRE Daylight Factor method uses a relatively simple formula for the effect of internal reflections. To be fully compliant with this method, Ecotect cannot consider multiple reflections. Therefore, Ecotect underestimates indirect daylight solutions that rely on the reflection of light off multiple surfaces to illuminate a space. »

Il difetto spiegato sopra è particolarmente sfortunato nel nostro caso. Infatti il concetto di “scatole nella scatola” dà importanza alla luce riflessa e diffusa dalle pareti interne.

Aumentando il numero di riflessioni prese in considerazione in Radiance, si osserva un netto miglioramento dei risultati. Non solo aumenta il livello di illuminamento generale, ma anche i contrasti tendono a attenuarsi.

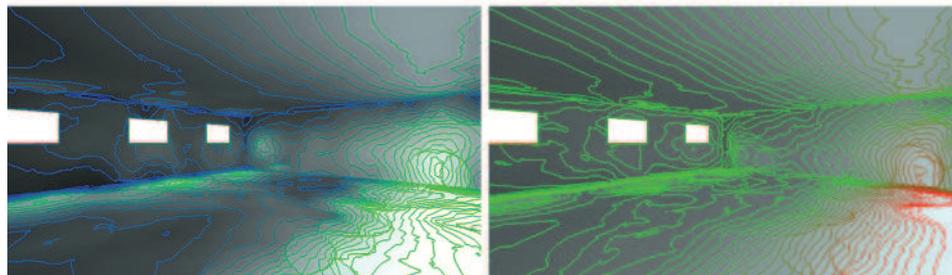
Figura 10.7
Simulazione con 2
riflessioni



Figura 10.8
Simulazione con 8
riflessioni



Figura 10.9
Curve isolux con 2 e 8
riflessioni



10.3 Le soluzioni passive

- Un light-shelf è una mensola orizzontale o quasi orizzontale, opaca, riflettente, posta nel mezzo di un'apertura. Generalmente i light-shelves sono impiegati per evitare l'abbagliamento e allo stesso tempo mantenere la vista verso l'esterno ma possono anche servire per portare la luce in profondità verso le zone più lontane dalla finestra. Le prestazioni migliori sono assicurate da light-shelf interni/esterni, come risulta dalla figura sottostante.

Light-shelf

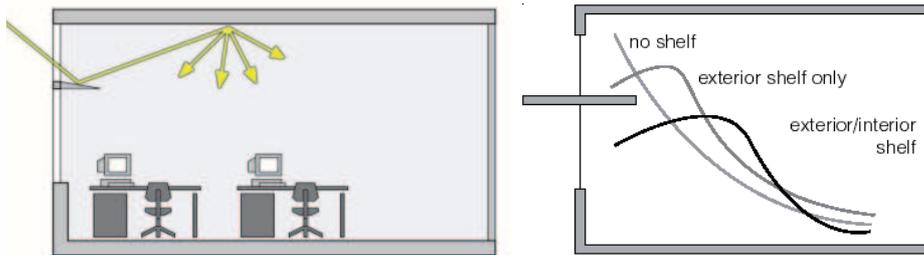


Figura 10.10
Schema di principio di un
light shelf

Un'inclinazione delle mensole verso l'alto produce un miglioramento della penetrazione della luce riflessa, e una riduzione dell'effetto schermante. Il soffitto rappresenta un'importante aspetto, di carattere secondario, del sistema light-shelf, in quanto la luce è riflessa dal light-shelf verso il soffitto e successivamente verso la stanza. La penetrazione della luce dipende quindi anche dalla pendenza del soffitto: nel caso di soffitti piatti la luce è prevalentemente riflessa nello spazio circostante la finestra, con una penetrazione all'interno molto più limitata. Però questa necessità di un soffitto inclinato è poco compatibile con il concetto di scatola. Rischia di creare uno spazio sbilanciato.

Vantaggi : Tecnologia adatta per ambienti di una certa altezza (almeno 3.5m) e particolarmente efficiente con una luce zenitale diretta.

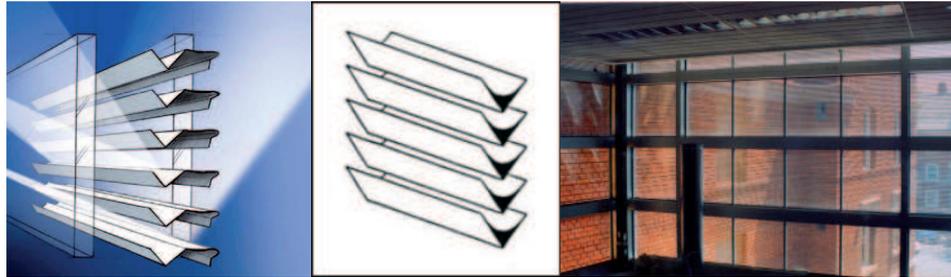
Svantaggio : Impatto architettonico.

- Le tende veneziane sono costituite da una serie di stecche in materiale plastico o metallico o in legno che possono essere sia traslate verticalmente (alzate o abbassate), che orizzontalmente (solo nel caso in cui le stecche siano verticali), sia inclinate (manualmente o meccanicamente). Le stecche possono essere sia piane che curve e sono generalmente disposte ad intervalli regolari ad una distanza che è inferiore alla loro larghezza, cosicché esse si sovrappongono quando sono chiuse. La loro dimensione varia a seconda di dove vengono posizionate: all'esterno, all'interno o tra due vetri.

Tende veneziane

Da solito, tali sistemi sono utilizzati come schermatura solare o per proteggere contro l'abbagliamento. Esistono però alcune tipologie innovative con la funzione di ridirezionare la radiazione solare verso il soffitto e quindi in ambiente come luce diffusa. Le lamelle presentano generalmente una superficie superiore

Figura 10.11
Esempi di lamelle fisse progettate in modo da ridirezionare la luce



ricoperta da materiale altamente riflettente, che talvolta ha delle perforazioni, e una curvatura concava dei profili che serve per ottimizzare le direzioni di riflessione. Questi sistemi sono usualmente posti tra due vetri. Il caso delle Fonderie è atipico. Da solito la luce zenitale (durante l'estate) deve essere rifletta verso l'esterno per ridurre i carichi termici, non verso interno come abbiamo bisogno .

Vantaggi: salvaguardia della privacy, integrazione estetica.

Svantaggi: possibili problemi di abbagliamento.

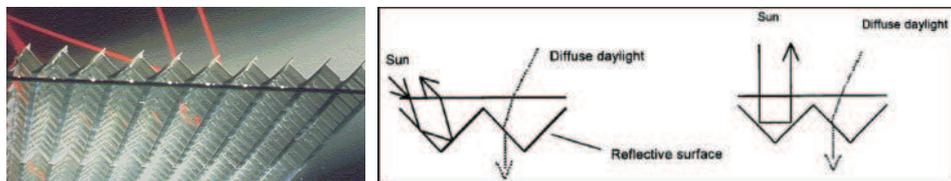
Pannelli prismatici

- I pannelli prismatici sono dispositivi sottili, piani, costituiti da una griglia di prismi trasparenti fatti in materiale acrilico chiaro, con sezione a dente di sega. Molto spesso sono inseriti all'interno di un doppio vetro sigillato, ma a volte possono essere applicati anche su superfici vetrate, internamente. La sistemazione in intercapedine presenta alcuni vantaggi come la protezione dall'umidità e una maggiore rigidità meccanica. I pannelli prismatici sono caratterizzati da riflessione luminosa della componente solare diretta, da rifrazione luminosa della componente diffusa proveniente dal cielo, da modalità di trasmissione diffondente.

Vantaggi: uniforme distribuzione della luce, protezione dall'abbagliamento.

Svantaggi: possibile presenza di dispersione di colore, costo elevato, distorsione della vista esterna.

Figura 10.12
Comportamento della luce in un pannello prismatico



Pannelli laser-cut

- I pannelli laser-cut sono costituiti da materiale acrilico trasparente (PMMA) su cui vengono fatte delle incisioni con raggio laser che permettono di ridirezionare la luce naturale: la superficie delle incisioni si comporta come un piccolo specchio che devia la luce che attraversa il pannello. Sono di solito posti in intercapedine. Risultano efficienti con tutte le altezze solari e tutte le condizioni di cielo.

Vantaggio: uniforme distribuzione della luce naturale.

Svantaggio: costo elevato, necessità di una protezione supplementare contro la luce solare.

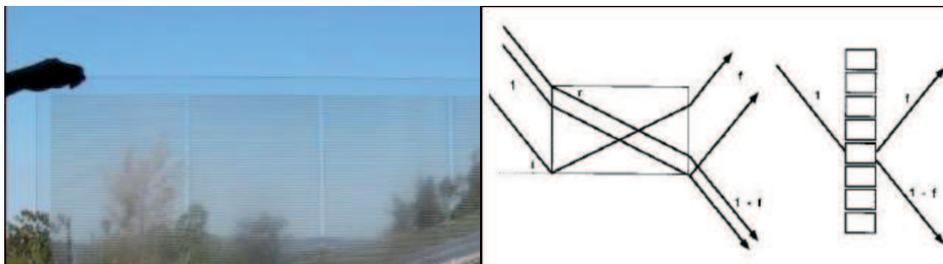


Figura 10.13
Impatto visuale e
schema di principio di un
panello laser-cut

- I soffitti anidolici sfruttano le proprietà ottiche dei concentratori parabolici composti per raccogliere la luce diurna diffusa proveniente dal cielo. Il concentratore è accoppiato ad un condotto di luce speculare sopra il piano del soffitto, che ha la funzione di trasferire la luce

Soffitti anidolici

raccolta nella parte posteriore della stanza. L'obiettivo primario è quello di fornire alla stanza un'adeguata illuminazione diurna prevalentemente in condizioni di cielo coperto. Nei giorni soleggiati, la penetrazione diretta della luce solare è controllata per mezzo di tendine che si possono stendere sopra il vetro di ingresso. Per raccogliere sufficiente flusso luminoso, il collettore anidolico deve occupare l'intera larghezza della facciata degli ambienti: nessun altro sistema o elemento strutturale dell'edificio deve essere posto nello spazio dedicato al condotto di luce, che occupa completamente la zona al di sopra del soffitto sospeso. In caso contrario, le prestazioni luminose del sistema diminuiscono in modo sensibile.

Vantaggio: elevata disponibilità di luce naturale.

Svantaggio: ingombro, costo elevato.

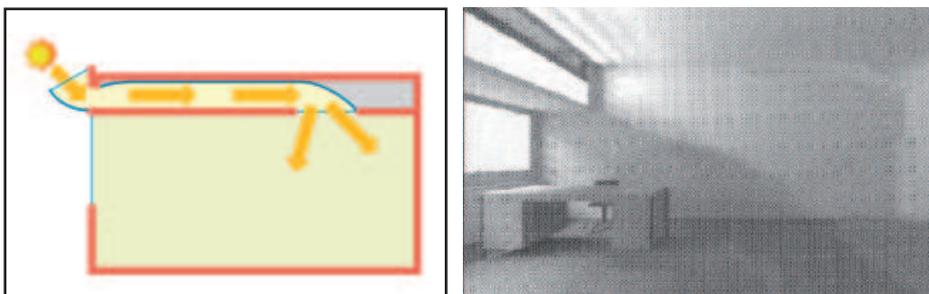


Figura 10.14
Principio del soffitto
anidolico - Applicazione
in un ufficio

- I condotti solari sono formati da una cupola trasparente che convoglia la luce solare all'interno di un tubo altamente riflettente e lucido che a sua volta riflette la luce in basso, ad un diffusore posto sul soffitto dell'ambiente da illuminare. Sono sistemi efficaci per il trasporto della componente diretta della luce solare in profondità nell'edificio, ma non della componente diffusa. I nuovi prodotti hanno

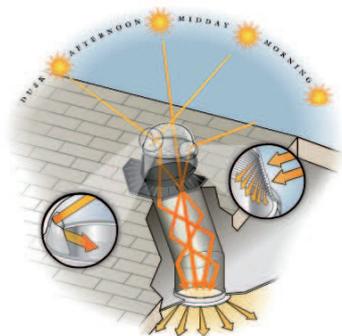
Condotti solari

un rendimento elevato. Con un tubo di 250mm di diametro e un lunghezza di 6m, si può ottenere 4100 lumen in uscita e una copertura luminosa di 19m².

Vantaggi: basso costo, assenza di alterazione cromatica della luce naturale.

Svantaggio: comportamento dei captatori fissi non costante durante l'arco dell'anno, diametro del tubo.

Figura 10.15
Spaccato di un tubo
solare - Esempio di uso a
vista



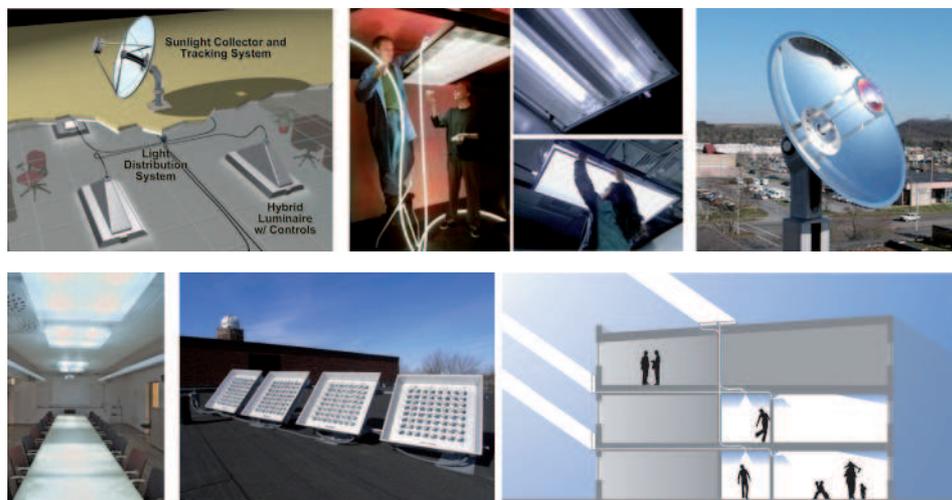
Fibre ottiche

- La luce solare viene captata da un pannello solare posto all'esterno e trasportata all'interno dell'edificio attraverso i cavi di fibre ottiche, da cui viene poi emessa in ambiente attraverso dei diffusori. Il sistema trasporta solo la parte visibile dello spettro solare: filtra quindi sia i raggi ultravioletti (che possono degradare gli oggetti d'arte), sia i raggi infrarossi (che apportano calore agli ambienti interni). Lenti ottiche vengono usate per concentrare e raccogliere la luce solare in entrata sulle teste delle fibre ottiche.

Vantaggi: applicabile fino a una distanza di 20m dal pannello esterno; alto grado di trasmissione della luce (> 95%); diametro piccolissimo

Svantaggi: luce molto concentrata, tecnologia nuova (costo elevato)

Figura 10.16
Due esempi di sistemi
con fibre ottiche



La maggior parte dei sistemi che sono descritti sopra sarebbero utilizzati in situazioni diverse dal uso classico. Per assicurarsi della loro efficacia, bisognerebbe fare simulazioni. Un confronto dettagliato non è stato avviato a causa della complessità dei fenomeni in giochi, ma anche dal protezionismo dei fabbricanti. Il caso dei vetri speciali si rivela, ad esempio, molto complesso. Conclusione

Tuttavia l'uso di tubo di luce sembra una soluzione interessante. Combina, infatti, facilità d'installazione, basso costo e efficacia. Ha il vantaggio di essere complementare con un altro intervento al livello delle finestre (come l'uso di vetro prismatico, ad esempio). Infine, si adatta perfettamente con l'estetica interna del progetto, nel quale abbiamo già scelto di mostrare i condotti di ventilazione.

Allegati

Bibliografia

- Brambilla G.F., *Il manuale del mattone faccia a vista*, Laterservice, Roma, 2000
- Brusco S., Guerrieri W., *La fabbrica col cortile : le Fonderie Riunite di Modena*, Artestampa, Modena, 2007
- Bruttomesso Rinio, *Water and Industrial Heritage*, Marsilio, Venezia, 1999
- Campanella Christian, *Capitolato speciale di appalto per opere di conservazione e restauro*, Il Sole 24 Ore, Milano, 1994
- Castagna A., Tentori C., Pellegrinelli L., Tesi di Laurea: *Pianificazione del nuovo centro civico di Erba*, Relatore Ettore Zambelli, Politecnico di Milano, Facoltà d'Ingegneria Edile-Architettura di Lecco, 2008
- Causone F., Corgnati S.P., Olesen B.J., *Floor heating with displacement ventilation: an experimental and numerical analysis*, ricerca dell'Università Tecnica del Danimarca- DTU, articolo nel HVAC&R Research, edizione American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc, 2010
- Da Prada S., Mandelli S., Fumagalli M., Tesi di Laurea: *Recupero della ex centrale di Campovico: acqua da fonte di energia a fonte di benessere*, Relatore Laura Elisabetta Malighetti, Politecnico di Milano, Facoltà d'Ingegneria Edile-Architettura di Lecco, 2009
- Enexsys (azienda), *Guida alla progettazione e verifica di edifici in C.A.*, edizione Dei, Tipografia del genio civile, Roma, 2003
- Ferrari Eliseo, *A sangue freddo - Modena, 9 gennaio 1950 : cronaca di un eccidio*, LiberEtà, Roma, 2004
- Formenti Carlo, *La pratica del fabbricare*, Hoepli, Milano, 1893-1895
- Gherzi A., Blandini L., *Progetto di elementi strutturali in cemento armato*, senza casa editrice, 2002
- Grecchi M., Malighetti L.E., *Ripensare il costruito*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2008
- Gruppi del consiglio comunale di Modena, *Nell'inferno delle "Riunite"*, Cooptip, Modena, 1954
- Gugliemetti F., Bisegna F. (università di Roma Sapienza, Dipartimento di Fisica tecnica), *Report Ricerca Sistema Elettrico: Integrazione luce naturale/artificiale in ambito terziario e abitativo*, Enea : Ente per le Nuove tecnologie l'Energie e l'Ambiente, Roma, 2009
- Hegger, Auch-Schwelk, Fuchs, Rosenfranz, *Construction Materials Manual*, Birkhäuser - Edition Detail, Monaco (Germania), 2006
- Hegger, Fuchs, Stark, Zeumer, *Energy Manual: sustainable architecture*,

- Birkhäuser - Edition Detail, Monaco (Germania), 2008
- Imperadori Marco, *La progettazione con tecnologia stratificata a secco*, Il Sole 24 Ore, Milano, 2008
- Jodidio Philip, *Architecture Now! Museums*, Taschen, Colonia (Germania), 2010
- Lavisci Paolo, *La progettazione delle strutture di legno*, Il Sole 24 Ore, Milano, 2006
- Natterer, Herzog, Volz, *Atlante del Legno*, Utet - Edition Detail, Torino, 1998
- Nuzzi Olimpia, *La Crocetta : il quartiere delle vie d'acqua e della strada ferrata, cuore produttivo e porta d'ingresso della città*, Arcadia, Modena, 2005
- Piazza, Tomasi, Modena, *Strutture in legno*, Hoepli, Milano, 2005
- Rava Paola, *Tecniche costruttive per l'efficienza energetica e la sostenibilità*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2007
- Ronchetta C., Trisciuglio M., *Progettare per il patrimonio industriale*, Celid, Torino, 2008
- Schittich, Staib, Balkow, Schuler, Sobek, *Atlante del Vetro*, Utet - Edition Detail, Torino, 1999
- Skistad, Mundt, Nielsen, Hagström, Railio, *HVAC Handbook 1: Displacement ventilation in Non-Industrial Premises*, Rehva, Bruxelles, anno sconosciuto
- Szokolay Steven V., *Introduzione alla progettazione sostenibile*, Hoepli, Milano, 2006
- Villa Paolo, *La costruzione del giardino*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 1994

Indice delle tavole

- 1.01 Viabilità regionale
- 1.02 Analisi della viabilità
- 1.03 Analisi della viabilità
- 1.04 Analisi del verde
- 1.05 Destinazioni d'uso
- 1.06 Analisi dei pieni e vuoti
- 1.07 Analisi degli edifici notevoli
- 1.08 Analisi del verde
- 1.09 Analisi delle funzioni
- 1.10 Analisi della qualità urbana
- 1.11 Analisi delle altezze

- 3.01 Rilievo fotografico del quartiere
- 3.02 Rilievo fotografico del progetto
- 3.03 Rilievo geometrico-materico prospetti nord e sud
- 3.04 Rilievo geometrico-materico prospetti est e ovest
- 3.05 Pianta corpo 1 piano terra
- 3.06 Pianta corpo 1 primo piano
- 3.07 Pianta corpo 1 secondo piano
- 3.08 Pianta corpo 2, 3 e 5
- 3.09 Pianta corpo 4
- 3.10 Sezione AA-1
- 3.11 Sezione AA-2
- 3.12 Sezione BB
- 3.13 Mappatura ovest
- 3.14 Mappatura est

- 3.15 Albero degli errori - disgregazione della malta
- 3.16 Albero degli errori - distacco dei copriferri
- 3.17 Albero degli errori - efflorescenza e fessurazione

- 5.01 FDOM al 5000
- 5.02 FDOM al 1000
- 5.03 Fascia oraria Facoltà
- 5.04 Fascia oraria Musei
- 5.05 Fascia oraria Spazi Comuni
- 5.06 Fascia oraria Auditorium
- 5.07 Compatibilità Facoltà
- 5.08 Compatibilità Musei
- 5.09 Compatibilità Spazi Comuni
- 5.10 Compatibilità Auditorium
- 5.11 Privacy

- 6.01 Masterplan
- 6.02 Pianta piano terra
- 6.03 Pianta primo piano
- 6.04 Pianta secondo piano
- 6.05 Pianta piano terra #1
- 6.06 Pianta piano terra #2
- 6.07 Pianta piano terra #3
- 6.08 Pianta piano terra #4
- 6.09 Pianta primo piano #1
- 6.10 Pianta primo piano #2

- 6.11 Pianta primo piano #3
- 6.12 Pianta primo piano #4
- 6.13 Pianta secondo piano
- 6.14 Prospetto nord
- 6.15 Prospetto est
- 6.16 Prospetto ovest
- 6.17 Sezioni AA e CC
- 6.18 Sezione BB
- 6.19 Sezioni DD e EE
- 6.20 Verifiche accessibilità #1
- 6.21 Verifiche accessibilità #2
- 6.22 Verifiche accessibilità #3
- 6.23 Verifiche antincendio P0
- 6.24 Verifiche antincendio P1 e P2

- 7.01 Dettagli tecnici - Auditorium #1
- 7.02 Dettagli tecnici - Auditorium #2
- 7.03 Dettagli tecnici - Palazzina
- 7.04 Dettagli tecnici - Scatole #1
- 7.05 Dettagli tecnici - Scatole #2
- 7.06 Dettagli tecnici - Scatole #3

- 8.01 Logica impiantistica generale
- 8.02 Schema tecnico del circuito caldo
- 8.03 Individuazione delle zone indipendenti
- 8.04 Rete di ventilazione - interrato
- 8.05 Rete di ventilazione - piano terra

8.06 Rete di riscaldamento - interrato

8.07 Rete di riscaldamento - piano terra

Indice delle figure

- 1.1 Le vie romane: in rosso, la Via Emilia
- 1.2 Temperature massime e minime medie per mese riferiti agli ultimi 30 anni
- 1.3 Precipitazioni (pioggia)
- 1.4 Precipitazioni (neve)
- 1.5 Irradiazione solare giornaliera media mensile su superfici orizzontale
- 1.6 Carta del sole a Modena (fonte: UNI 10349)
- 1.7 Irradiazione solare giornaliera media mensile su superfici verticali
- 1.8 Variazione delle densità di residenti sul periodo 1991-2005
- 1.9 Popolazione totale per singolo anno di età e sesso al 31 Dicembre 2008
- 1.10 Evoluzione della popolazione totale su 10 anni nel comune
- 1.11 Evoluzione della popolazione totale su 10 anni nella provincia
- 1.12 Mappa del percentuale di stranieri sul totale di residenti
- 1.13 Assunzioni e cessazioni per settore d'attività sul periodo 1998-2008

- 2.1 Fregio storico
- 2.2 I fiumi vicini a Modena
- 2.3 Carta storica & evoluzione della città
- 2.4 Istituto Fermo Corni; Scuderia Ferrari
- 2.5 Darsena interna; Darsena esterna; Porta Castello
- 2.6 Bonifiche dei terreni; Abbattimento delle mura; Stazione
- 2.7 Modena a colpo d'occhio (1890)
- 2.8 Il villaggio artigiano "Torrazzi"
- 2.9 Il primo progetto di Giuseppe Scianti
- 2.10 Vista del quartiere nel 1940
- 2.11 Il progetto finale
- 2.12 La Turbinenfabrik; La fabbrica Fagus

- 2.13 Manifestazioni davanti il fabbricato
 - 2.14 Il 9 gennaio 1950
 - 2.15 Funerali dei sei lavoratori uccisi davanti alle Fonderie
 - 2.16 Diversi fasi del processo industriale; Schema di un cubilotto
-
- 4.1 Pianta della Ruhr
 - 4.2 Emscher Park
 - 4.3 Ruhr Museum
 - 4.4 Red Dot Design Center
 - 4.5 MKMuseum
 - 4.6 Centre historique minier
 - 4.7 Swindon Design Outlet
 - 4.8 Cité Nature
 - 4.9 Le Magasin
 - 4.10 Mappa del percorso
 - 4.11 Immagini della mostra "La città esplora"
 - 4.12 Immagini del Openspace Technology
 - 4.13 Rappresentazione schematica del concetto DAST
 - 4.14 Mappa delle ex-Fonderie : parti dell'edificio e terreno circostante
 - 4.15 Rappresentazione schematica del concetto del DAST
 - 4.16 Inquadramento urbanistico generale
-
- 5.1 Analisi degli edifici notevoli
 - 5.2 Diagramma funzionale del concorso
 - 5.3 Riorganizzazione delle funzioni
 - 5.4 Il nostro diagramma funzionale

- 6.1 Vista della facciata nord dal viale Ciro Menotti
- 6.2 Logica dei flussi
- 6.3 Bipolarità del sito
- 6.4 Vista della fabbrica e del serbatoio nel 1940 subito dopo la costruzione
- 6.5 Vista aerea del masterplan
- 6.6 Vista della ferrovia dismessa
- 6.7 Esempi di recupero di ferrovia
- 6.8 Riferimenti progettuali per il masterplan
- 6.9 Vista panoramica del openspace
- 6.10 Contrasto tra l'edificio esistente e l'intervento
- 6.11 La memoria degli eventi del 10 gennaio rimane molto vivace
- 6.12 Vista della piazza centrale
- 6.13 Diagramma dei flussi
- 6.14 Schema tridimensionale degli spazi nella palazzina
- 6.15 Esempi di passarella
- 6.16 Riferimenti progettuali per le scatole
- 6.17 Riferimenti per la facciata est
- 6.18 Maglia strutturale e modulo elementare
- 6.19 Vista di una scatola
- 6.20 Gradini retrattili
- 6.21 Esempi di configurazioni possibili per l'auditorio
- 6.22 L'involucro tecnico dell'auditorio
- 6.23 Caratteristiche geometriche delle porte.
- 6.24 Caratteristiche geometriche di un bagno adatto ai disabili.
- 6.25 Caratteristiche geometriche di un ascensore adatto ai disabili

6.26 Caratteristiche geometriche dei percorsi orizzontali

6.27 Dimensioni delle porte

7.1 Elementi di Lignum K e spaccato tipo

7.2 Elementi strutturali in legno

7.3 Pannello Vital e pannello L3

7.4 Pannello LSC e pannello FL

8.1 Sistemi di riscaldamento a pavimento

8.2 Il controllo dei pannelli radianti

8.3 Diverse tipologie di ventilazione

8.4 Diverse tipologie di UTA usate nel progetto

8.5 Diffusore a parete

8.6 Gradienti di temperatura dei sistemi

8.7 Pompa di calore con sorgente acqua

8.8 Pianta dei locali tecnici delle U.T.A.

8.9 Pianta dei locali tecnici delle pompe di calore (a sinistra) e delle pompe ad acqua (a destra), sotto il cortile

8.10 Foglio di risultati dato dallo strumento "PV GIS"

9.1 Processo di fabbricazione del Kerto-S

9.2 Trave su due appoggi

9.3 Forma e dimensione approssimative dell'auditorio

9.4 Trave su quattro appoggi

9.5 Carico della trave sul software Finnwood

9.6 Calcoli

9.7 Momento flettente (SLU)

- 9.8 Taglio (SLU)
- 9.9 Valori estremi della freccia
- 9.10 Pilastro su due appoggi
- 9.11 Area sostenuta dal pilastro
- 9.12 Trave su quattro appoggi
- 9.13 Carico della trave sul software Finnwood
- 9.14 Momento flettente (SLU)
- 9.15 Taglio (SLU)
- 9.16 Valori estremi della freccia
- 9.17 Calcoli
- 9.18 Pilastro su tre appoggi

- 10.1 FLD nell'openspace
- 10.2 Conseguenze della presenza di una scatola
- 10.3 Schema esplicativo dell'illuminazione verticale
- 10.4 Vista della scatola supporto di studio
- 10.5 Risultati della simulazione
- 10.6 Livelli d'illuminamento e fattore di luce diurna medio di alcuni locali sensibili
- 10.7 Simulazione con 2 riflessioni
- 10.8 Simulazione con 8 riflessioni
- 10.9 Curve isolux con 2 e 8 riflessioni
- 10.10 Schema di principio di un light shelf
- 10.11 Esempi di lamelle fisse progettate in modo da ridirezionare la luce
- 10.12 Compartamento della luce in un pannello prismatico
- 10.13 Impatto visuale e schema di principio di un pannello laser-cut
- 10.14 Principio del soffitto anidolico; applicazione a un ufficio

10.15 Spaccato di un tubo solare; esempio di uso a vista

10.16 Due esempi di sistemi con fibre ottiche

Indice delle tabelle

- 1.1 Dati climatici della città di Modena riferite agli ultimi 30 anni
- 1.2 Popolazione residente al 31 Dicembre 2008
- 1.3 Residenti italiani e stranieri distribuiti nella provincia nel 2008
- 1.4 Assunzioni e cessazioni per settore d'attività e sesso nel 2008

- 5.1 Attività fruitori della facoltà
- 5.2 Attività impiegati della facoltà
- 5.3 Attività fruitori dei musei
- 5.4 Attività impiegati dei musei
- 5.5 Attività fruitori dei spazi comuni
- 5.6 Attività impiegati dei spazi comuni
- 5.7 Attività fruitori dell'auditorium
- 5.8 Attività impiegati dell'auditorium

- 6.1 Riassunto delle caratteristiche delle zone

- 7.1 Riassunto dei requisiti di trasmittanza termica
- 7.2 Valutazione delle differenti soluzioni d'isolamento termico
- 7.3 Riassunto delle stratigrafie del progetto

- 8.1 Individuazione delle zone termiche indipendenti e valutazione del loro fabbisogno di ventilazione
- 8.2 Dimensionamento delle Unità di Trattamento Aria e le ripartizione delle zone ventilate
- 8.3 Scelta delle pompe di calore e dati significative
- 8.4 Dimensionamento delle pompe d'acqua e presentazione della loro funzione

- 9.1 Confronto dei materiali
- 9.2 Caratteristiche geometriche
- 9.3 Peso del solaio
- 9.4 Peso dei tramezzi
- 9.5 Caratteristiche del materiale
- 9.6 Caratteristiche geometriche
- 9.7 Carichi di progetto
- 9.8 Caratteristiche geometriche
- 9.9 Carichi di progetto
- 9.10 Caratteristiche geometriche
- 9.11 Carichi di progetto
- 9.12 Caratteristiche geometriche
- 9.13 Carichi di progetto

- 10.1 Illuminamenti
- 10.2 Fattori medi di luce
- 10.3 Elenco dei casi presenti nel progetto

Ringraziamenti

La nostra tesi non avrebbe avuto successo senza l'aiuto dei nostri professori e il sostegno dei nostri amici e intimi. Vorremmo ringraziare particolarmente le seguente persone:

- La professoressa Laura E. Malighetti per averci fidato e guidato verso un lavoro di qualità.
- Marta M. Sesana per averci dato, con grande gentilezza, consigli giudiziosi.
- Gli ingegneri Masera, Mazzucchelli, Fiorati, Ferrara e gli architetti Villa e Schubert per essere stati disponibili e averci trasmesso le loro competenze tecniche.
- Bertrande Benvenuti, Madina Benvenuti, Mauro Castagnoli, Mattia Radaelli, Luigi Erbacci e Stefania Errigo per aver dedicato tempo ad una accurata rilettura della nostra tesi.
- I nostri coinquilini, Julien e Marc, per aver rallegrato nostre lunghe giornate di lavoro da bocconcini e da scherzi non meno gustosi.
- Axel Mak, Kay Strasser e Marco Fumagalli per aver condiviso la loro esperienza di recenti laureati.