

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Il nuovo polo scolastico ed il progetto dello spazio pubblico</b>	Pag. 2
1.1	<i>Il nuovo polo scolastico</i>	
1.2	<i>Le tabelle funzionali e dimensionali</i>	
1.3	<i>Le nuove residenze</i>	
1.4	<i>Il progetto dello spazio pubblico</i>	
1.5	<i>Le pavimentazioni</i>	
1.6	<i>Le declinazioni del bordo</i>	
1.7	<i>Il verde</i>	
<b>2.</b>	<b>Il progetto della luce</b>	Pag. 10
<b>3.</b>	<b>Il concetto strutturale</b>	Pag. 12
3.1	<i>Risposta dinamica della struttura</i>	
3.2	<i>Un edificio sostenibile</i>	
3.3	<i>Impianti meccanici</i>	
3.4	<i>La centrale tecnologica</i>	
3.5	<i>Acqua calda sanitaria e sistemi di distribuzione dei fluidi</i>	
3.6	<i>Sistema di supervisione e controllo</i>	
3.7	<i>La climatizzazione</i>	
3.8	<i>Impianti elettrici - criteri progettuali</i>	
3.9	<i>Impianti elettrici - distribuzione e generazione dell'energia</i>	
3.10	<i>Invarianza idraulica e drenaggio urbano sostenibile</i>	
3.11	<i>Prevenzione incendi</i>	
3.12	<i>Il cantiere</i>	
<b>4.</b>	<b>Riduzione delle tavole di progetto</b>	Pag. 25

## 1. Il nuovo polo scolastico ed il progetto dello spazio pubblico

### 1.1 Il nuovo polo scolastico

La nostra proposta per il ridisegno degli spazi collettivi del centro di Segrate, tende in prima istanza a ridefinire in maniera chiara le connessioni tra gli spazi pubblici esistenti e le nuove piazze, collocando le nuove funzioni all'interno di una rinnovata *maglia di percorsi di ricucitura del tessuto urbano*.

Il tentativo è stato quindi di costruire una nuova parte di città ove, il nuovo polo scolastico, le nuove residenze e le strutture esistenti, fossero in dialogo diretto tra loro.

Abbiamo scelto di concentrare la volumetria della nuova scuola, in una **forma quadrangolare compatta**, fortemente *iconica* ed *autonoma* ma estremamente permeabile al piano terra alle nuove funzioni "pubbliche" che la struttura accoglie. Nuovi spazi pubblici ridefiniscono a Nord su Via Lambro i bordi dell'area di progetto direttamente collegata al sistema di trasporto pubblico esistente.

Al piano terra quindi, si è scelto di collocare le funzioni scolastiche di interesse pubblico con **ambiti urbani** ed **accessi indipendenti**.

Al piano terra si collocano quindi: la *sala polifunzionale*, i *laboratori* (con accesso diretto dall'esterno quello musicale), la *biblioteca* e la *palestra*.

A questo stesso livello si trovano pure l'*entrata principale delle scuole* su Via Lambro in adiacenza all'esistente fermata della rete di trasporto pubblica, le relative *aree amministrative* e la *mensa scolastica* con accesso indipendente sia del personale sia delle provvigioni.

Al piano primo, lontano dal pubblico e collocate all'interno di un recinto protetto, sono organizzate le 6 sezioni (5+1) distribuite in 3 differenti *padiglioni indipendenti* ed in diretto collegamento con l'esterno.

*Formalmente* la scuola si configura quindi in 4 padiglioni indipendenti organizzati intorno ad un grande vuoto verde centrale. La scelta di organizzare la scuola in differenti **padiglioni**, indipendenti dal punto di vista energetico permetterà di compartimentare all'occorrenza il funzionamento della scuola.

La semplicità planimetrica dell'impianto e degli spazi definiti dal *modulo strutturale* (come pure dai suoi multipli e sottomultipli), permetterà di muoversi all'interno della scuola ed eventualmente di evacuarla in caso di necessità, con estrema facilità data **la chiarezza dei percorsi interni**.

Questo sistema di pieni e di vuoti a sua volta, viene collocato all'interno di un recinto quadrato che delinea il tessuto connettivo tra gli elementi e configura al piano primo *nuovi spazi verdi privati e protetti*, destinati solo agli studenti delle varie sezioni e alle loro attività scolastiche e ricreative all'aperto (*orti didattici, attività di interciclo all'aperto, laboratori, svago, etc.*).

La *natura materica* di questo "**recinto**" - in cemento armato pigmentato di verde - e la *formalizzazione* delle *ampie "bucature"* in corrispondenza di ogni aula - che garantisca un'apertura ed una visuale degli spazi didattici verso il parco -, riconducono con evidenza alle **geometrie elementari** di Aldo Rossi nel vicino monumento ai Partigiani, come al "**brutalismo materico**" del Centro Civico di Guido Canella, ricucendo un percorso formale ideale tra **nuovo e vecchio**.



Le aperture geometriche sul perimetro della terrazza del piano primo in corrispondenza delle aree didattiche.



Il prospetto sud verso il parco. Modello in cemento pigmentato.

Le geometrie "pure" delle bucaure su ogni lato del perimetro del recinto murario, rafforzeranno la comunicazione della **vocazione pedagogica** del nuovo edificio pubblico.

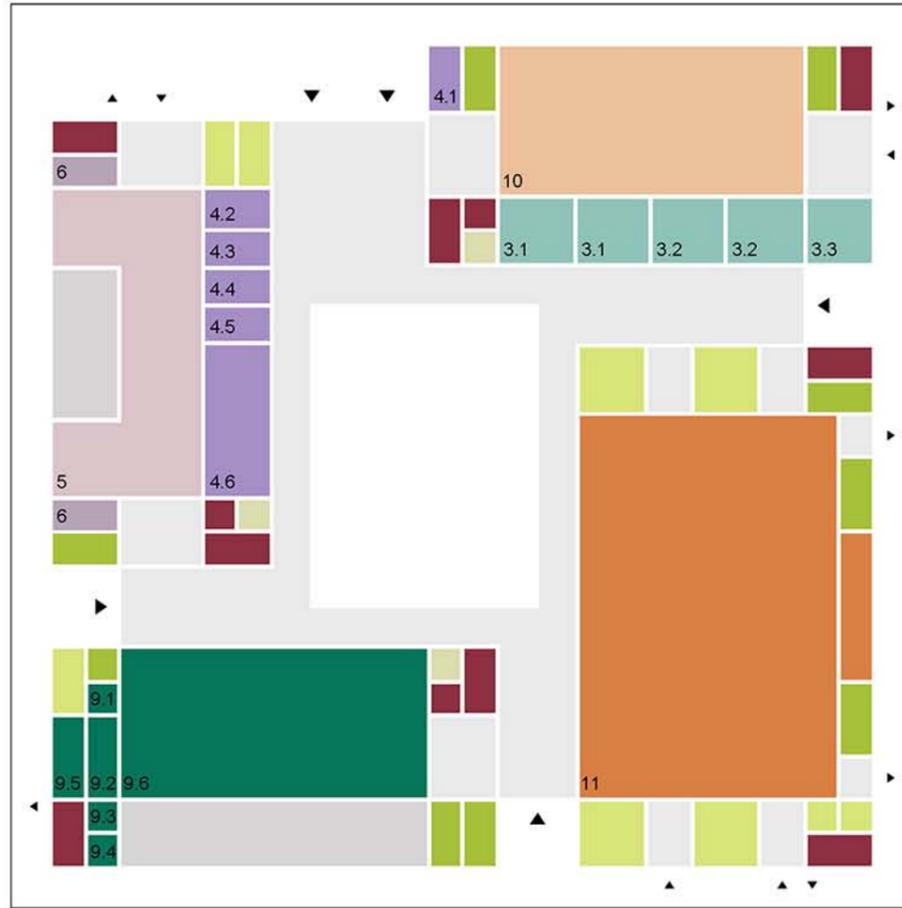


Vista dagli spazi interni delle aule.

## 1.2 Le tabelle funzionali e dimensionali

PIANO TERRA quota ± 0.00 m

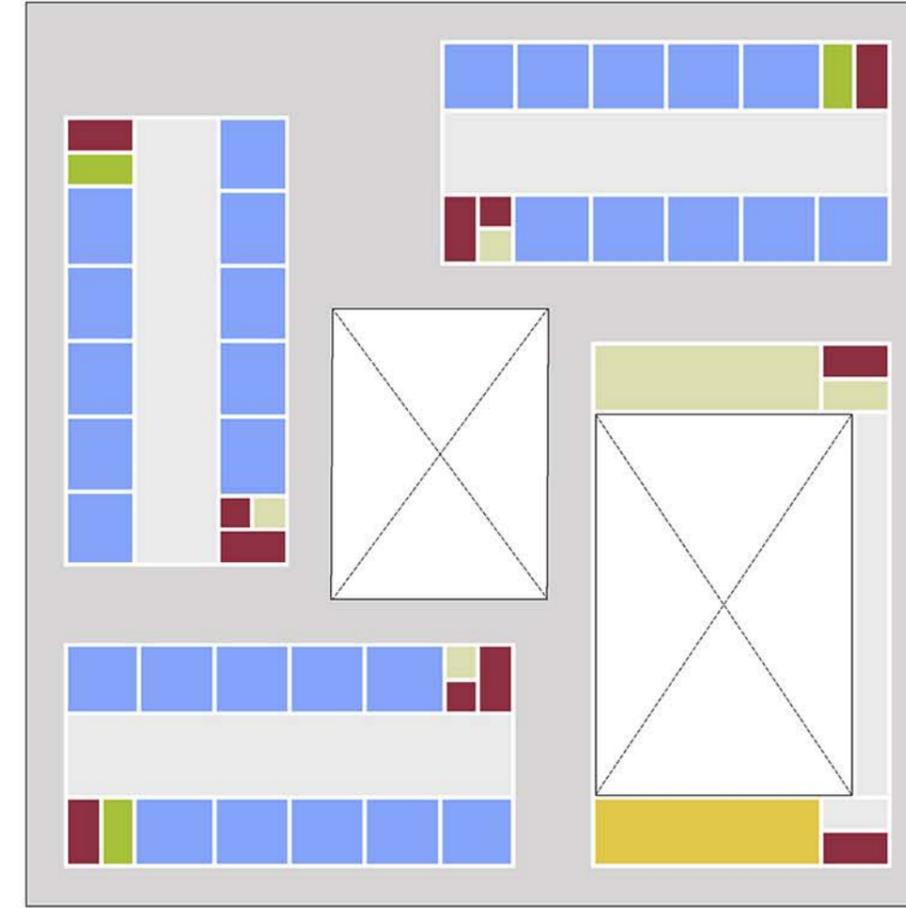
Totale mq. 5377.9



- 1. connettivo / interciclo interno
- 2. area esterna coperta
- 3. laboratori
  - 3.1 arte e scienze
  - 3.2 lingue
  - 3.3 musica
- 4. amministrativo
  - 4.1 portineria
  - 4.2 info point
  - 4.3 ufficio
  - 4.4 aula ricevimento
  - 4.5 sala insegnanti
- 5. biblioteca
- 6. archivi amministrativi
- 7. spogliatoi / servizi addetti
- 3. servizi igienici / infermeria / lavabi allievi
- 9. mensa
  - 9.1 rigoverno
  - 9.2 somministrazione
  - 9.3 lavaggio stoviglie
  - 9.4 pattumiere
  - 9.5 dispensa
  - 9.6 sala da pranzo
- 10. sala polifunzionale 400 posti
- 11. campo con tribuna / deposito attrezzi
- 12. locali tecnici impianti
- 13. collegamenti verticali

PIANO PRIMO quota +4.60 m

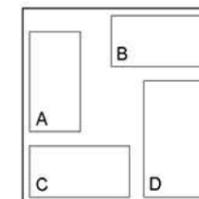
Totale mq. 6278.1



- 1. connettivo / interciclo interno
- 2. terrazza / interciclo esterno
- 3. aule didattiche
- 5. servizi igienici
- 6. abitazione custode
- 7. locali tecnici impianti
- 4. collegamenti verticali

BLOCCO A	mq 852.0	BLOCCO C	mq 774.4
connettivo	mq 109.2	connettivo	mq 54.6
collegamenti verticali	mq 52.2	collegamenti verticali	mq 52.2
locale tecnico	mq 10.4	locale tecnico	mq 10.4
servizi igienici	mq 19.7	servizi igienici alunni	mq 79.6
spogliatoi	mq 39.7	spogliatoio addetti	mq 20.1
archivi amministrativi	mq 41.2	sala da pranzo	mq 464.9
uffici amministrativi	mq 223.2	area lavabi allievi	mq 10.0
biblioteca	mq 356.4	cucina	mq 82.6
<b>BLOCCO B</b>	<b>mq 977.1</b>	<b>BLOCCO D</b>	<b>mq 1552.4</b>
connettivo	mq 109.2	connettivo	mq 135.5
collegamenti verticali	mq 52.2	collegamenti verticali	mq 42.3
locale tecnico	mq 10.4	servizi igienici	mq 42.2
servizi igienici e infermeria	mq 39.8	infermeria	mq 20.1
portineria	mq 20.6	spogliatoi alunni, atleti, arbitri	mq 182.6
sala polifunzionale 400 posti	mq 478.9	campo sportivo con tribuna	mq 1079.4
N. 5 laboratori	mq 266.0	deposito attrezzi	mq 50.3

BLOCCO A	mq 950.9	BLOCCO C	mq 950.9
connettivo / interciclo interno	mq 370.2	connettivo / interciclo interno	mq 370.2
collegamenti verticali	mq 51.8	collegamenti verticali	mq 51.8
locale tecnico	mq 10.4	locale tecnico	mq 10.4
servizi igienici	mq 19.7	servizi igienici	mq 19.7
N.2 sezioni	mq 550.6	N.2 sezioni	mq 550.6
<b>BLOCCO B</b>	<b>mq 950.9</b>	<b>BLOCCO D</b>	<b>mq 428.1</b>
connettivo / interciclo interno	mq 370.2	connettivo	mq 120.3
collegamenti verticali	mq 51.8	collegamenti verticali	mq 41.9
locale tecnico	mq 10.4	locali tecnici	mq 167.0
servizi igienici	mq 19.7	alloggio custode con loggia	mq 140.8
N.1 sezione	mq 275.3		
N.1 sezione aggiuntiva	mq 275.3		



SUP. TOTALE SCUOLA mq 11656.0  
SUP. TOTALE COPERTA mq 7853.0

### 1.3 Le nuove residenze

Il nuovo tessuto urbano di progetto cerca una **ricucitura** tra vecchio e nuovo.

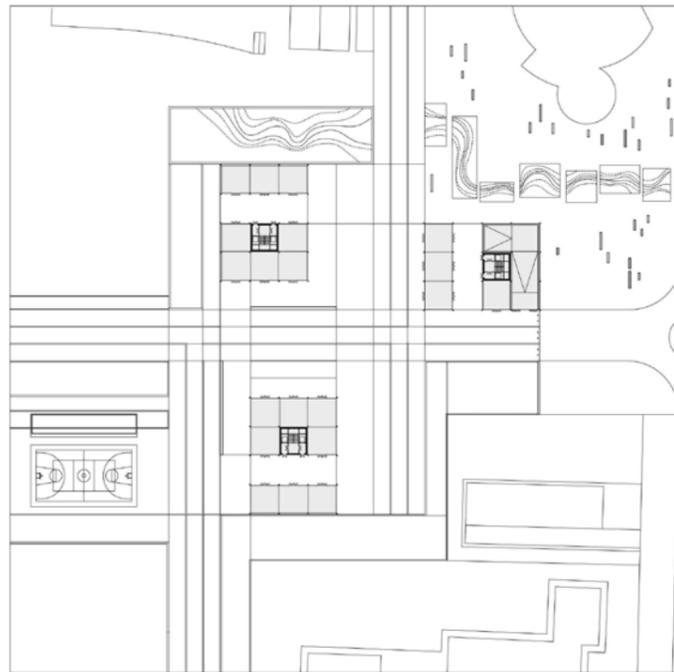
L'esistenza all'interno dell'area di concorso di *due episodi di pregio assoluto* della storia dell'architettura italiana quali La Piazza con Monumento ai Partigiani dell'arch. Aldo Rossi ed il centro culturale Giuseppe Verdi (ex centro-civico municipale) ad opera, tra gli altri, dell'arch. Guido Canella, ci ha portato a strutturare il progetto del nuovo tessuto urbano attraverso la creazione di due nuovi assi Nord-Sud e Est-Ovest lungo i quali **i nuovi spazi pubblici disegnati e i due monumenti esistenti**, diventano **episodi di un "itinerario urbano" più vasto**.

Sul prolungamento a Sud di Via I Maggio e al centro della sua intersezione con l'asse Est-Ovest che collegherà Via Roma con il "Centroparco", verrà a crearsi una nuova piazza urbana con eventuale parcheggio interrato ad uso pubblico e privato, che qui concentrerà la **nuova volumetria residenziale richiesta** in 3 nuovi edifici. Una virtuosa progettazione di questo nuovo comparto residenziale sviluppato in altezza, è vocata a trasformare quest'area posta a Sud, in un nuovo "**Landmark**" urbano.

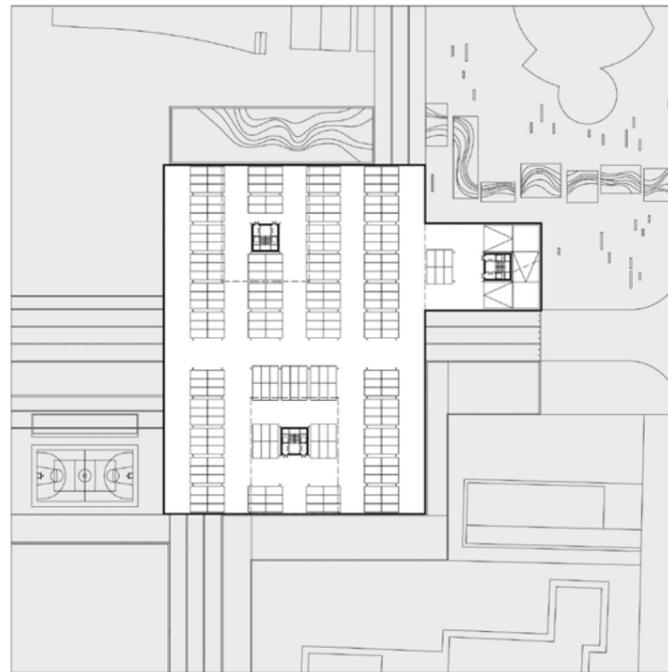
Si propone, al fine di **distribuire** il programma dei mq richiesti nella verticale più alta possibile, un **concept** residenziale in cui i volumi vengono "svuotati", lasciando spazio a grandi terrazze verdi su più livelli ed in diretto affaccio sul parco che di fatto *idealmente* se ne approprierà.

Un piano terra commerciale su doppio volume costituito da gallerie commerciali, potrà ospitare negozi, bar e ristoranti in diretto affaccio sulla nuova piazza e sul parco.

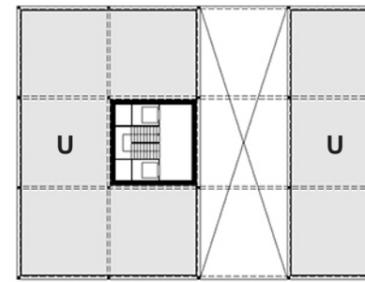
Al fine di razionalizzare la progettazione, il concept delle nuove residenze è disegnato partendo da un livello interrato che potrebbe ospitare un grande parcheggio multipiano ad uso pubblico e privato (N. 238 parcheggi auto per piano).



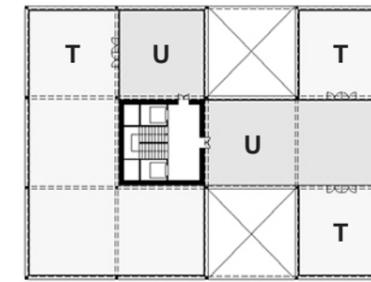
La nuova piazza pubblica con la presenza dei tre nuovi blocchi residenziali



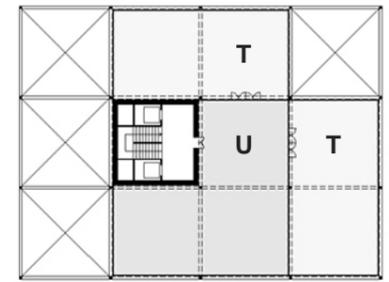
L'eventuale parcheggio interrato a più livelli ad uso pubblico e privato



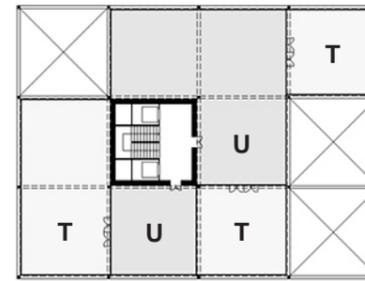
livello +1 e +2. Commerciale.



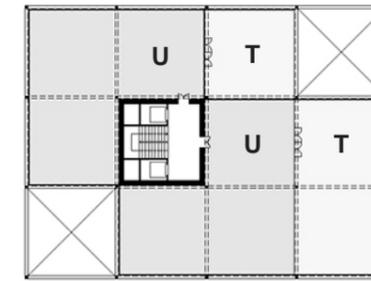
livello +3



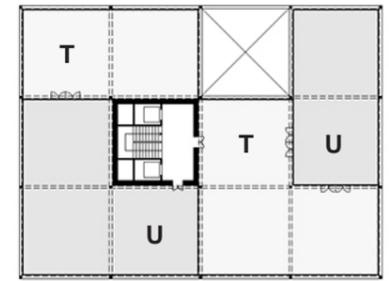
livello +4



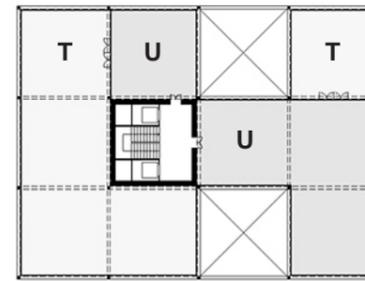
livello +5



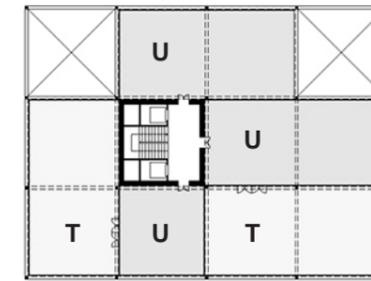
livello +6



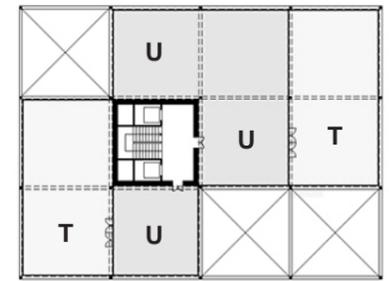
livello +7



livello +8

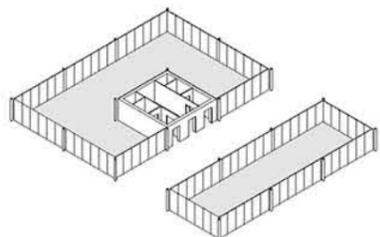


livello +9

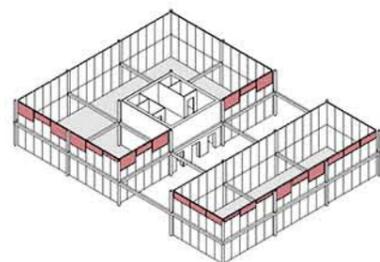


livello +10

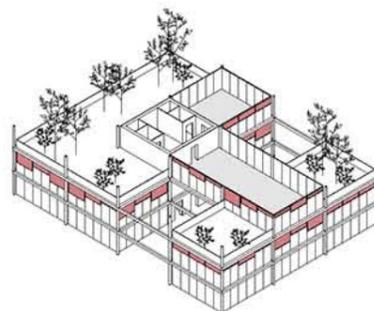
**U.** Unità abitative - modulo 8.5 X 8.5 m - 72.2 mq  
**T.** Terrazzo



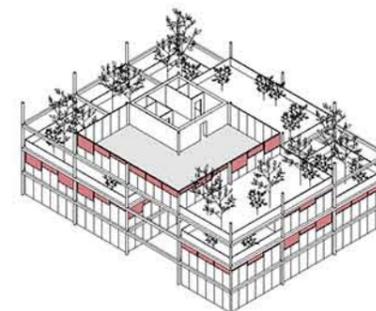
livello +1



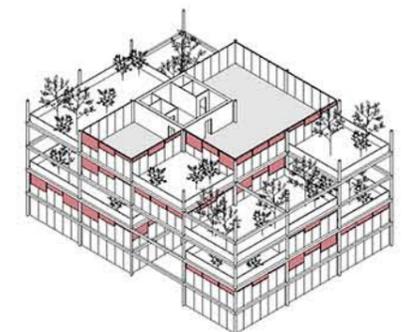
livello +2



livello +3



livello +4



livello +5

## 1.4 Il progetto dello spazio pubblico

Gli spazi esterni sono stati progettati in modo tale da costruire, con l'intera proposta architettonica, una *complicità concettuale* che esplicitasse la forte relazione esistente nel progetto tra spazi aperti e spazi coperti, condizione fondamentale per la vivibilità contemporanea degli edifici.

Oggi, e questo è diventato ancora più chiaro con l'attuale emergenza sanitaria, vivere e abitare uno spazio significa dividere la nostra esistenza tra spazi esterni ed interni di grande prossimità e riuscire ad estendere all'esterno (quando il clima lo permette) le attività che qualche anno fa si sarebbero sviluppate preferibilmente al coperto, in spazi chiusi.

Se questo è vero nei nostri spazi residenziali, dove gli spazi per stare, per vivere insieme e per mangiare si rivolgono sempre di più all'esterno, questo è ancora più vero negli spazi didattici, dove lo sviluppo delle lezioni all'aperto e la continuità tra interno ed esterno sono sempre più ricercati.

Gli spazi esterni sono stati progettati seguendo il *medesimo concept* del progetto architettonico in cui l'idea di *limite*, di uno *spazio recintato* inteso letteralmente come *confine e spazio a sua volta abitabile*, rivendichi la propria identità e autonomia strutturando l'intero disegno in una sequenza di elementi compositivi chiari e dalle geometrie elementari.

I diversi spazi verdi appaiono nel progetto come elementi individuati da un limite architettonico. Il *limite* formalizza uno spazio rispetto ad un altro e lo identifica, dal momento che il disegno del confine varia a seconda delle diverse caratteristiche del contesto.

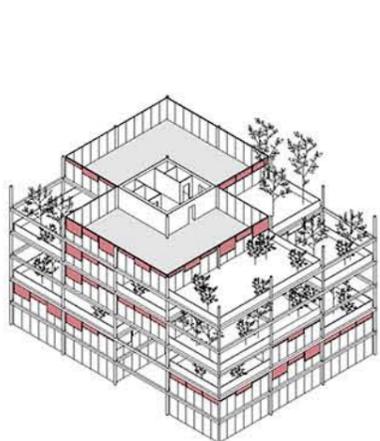
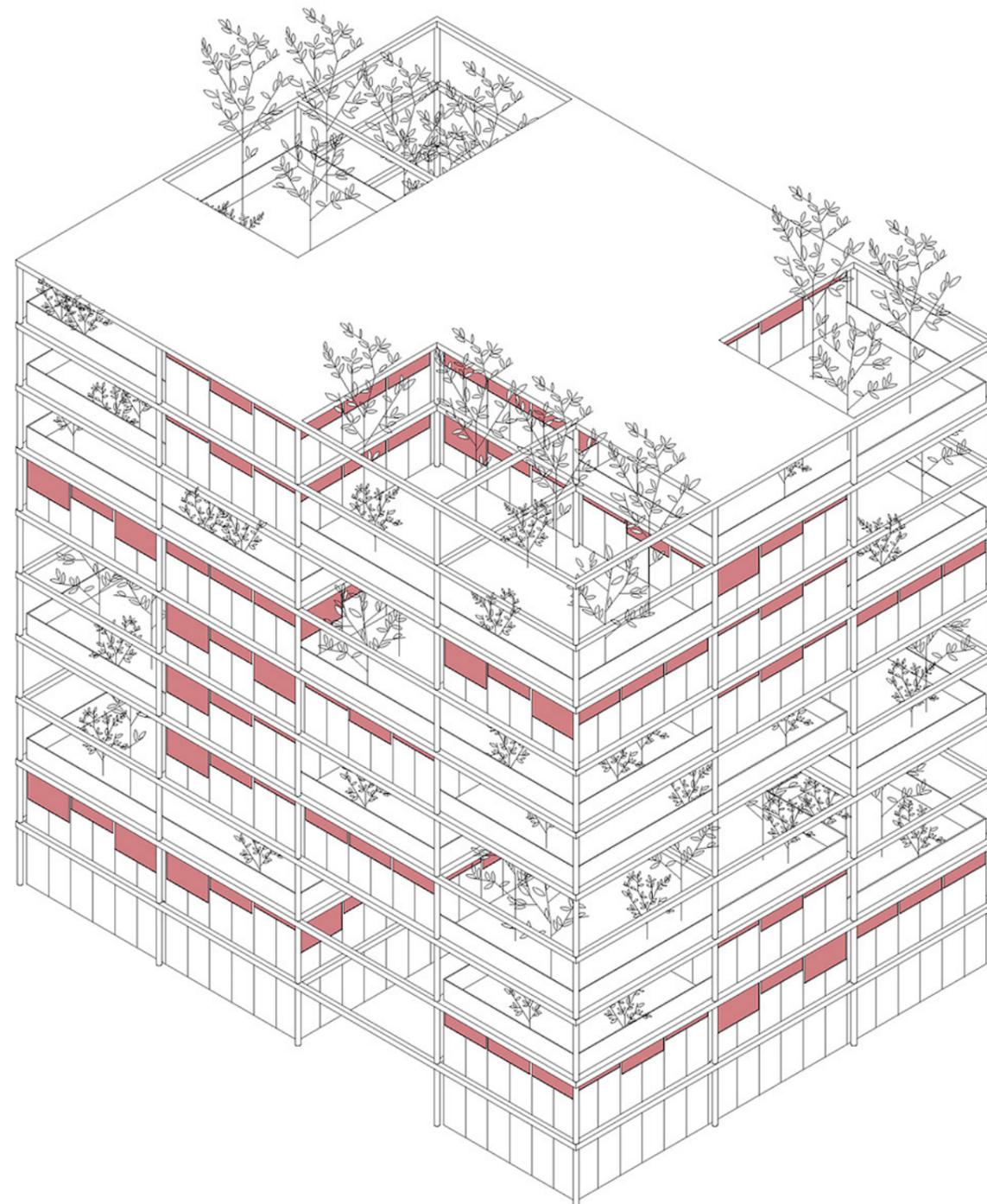
Questo rapporto corrisponde, inoltre, al fatto che molti degli spazi verdi così trattati nel loro rapporto con il contesto, hanno a che vedere con preesistenze rappresentative di un altro tempo del luogo e la cui percezione e coscienza rimanda a una condizione di *vestigia*, di *memoria intatta* di un altro tempo che convive direttamente con la contemporaneità.

Questa condizione, che mostra la sua più chiara formulazione nell'ambiente della *collina topografica* che rimane quindi di limitata accessibilità e protetta da un uso più intensivo ed eventualmente dannoso per la sua fragile integrità, viene trasposta in tutti gli altri spazi pubblici ad eccezione del Centro Civico e della Piazza del Monumento ai Partigiani, dove lo spazio è progettato con una geometria in grado di fondere in un unico disegno gli *spazi verdi* e gli *spazi minerali*, risolvendo con un unico dispositivo anche le variazioni di livello presenti nell'area (accessi al Centro Civico ed aree a ridosso del Monumento).

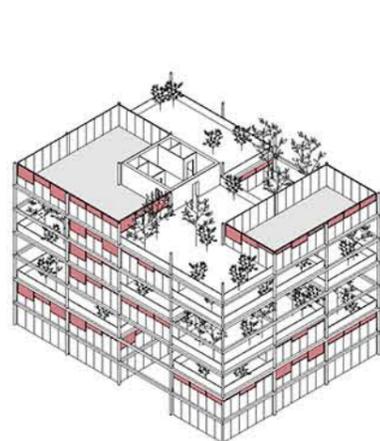
Il disegno degli spazi esterni trova così i suoi temi nel chiaro riconoscimento di ogni porzione di *tessuto verde* che, apparendo come un frammento residuo di un'altra composizione, trova, con questa identificazione, la sua identità come parte di una struttura coerente, cercando di estendersi anche al più vicino contesto urbano arrivando ad integrarlo in un unico disegno.

Gli elementi architettonici che costituiscono ogni *cornice* di area verde, saranno sviluppati anche nel loro disegno di dettaglio, in modo che non costituiscano episodi isolati, ma possano configurare di un vero e proprio sistema di arredo urbano insieme a panchine, cestini e a soluzioni di illuminazione dettagliate (vedi punto 1.5 *Le declinazioni del bordo*).

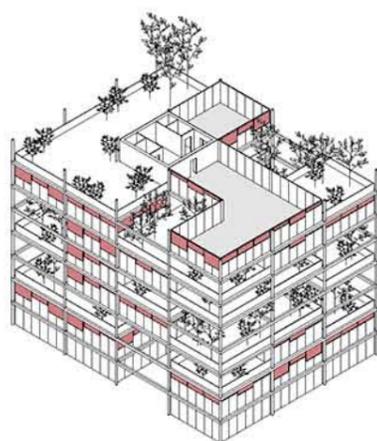
Lo spazio pubblico sarà quindi costituito dalle *unità di verde*, autonome e specifiche attraverso il processo sopra descritto, e dalla matrice pavimentata che occuperà gli interstizi del sistema costituito affermando una chiara continuità con il contesto.



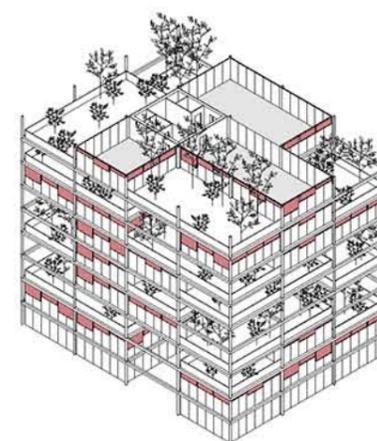
livello +6



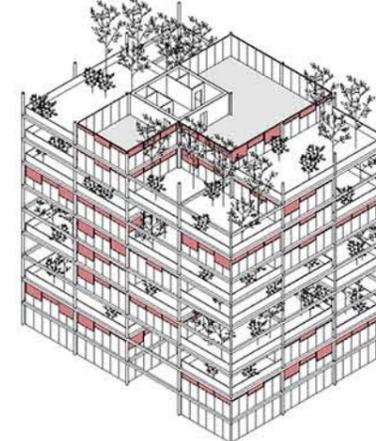
livello +7



livello +8



livello +9



livello +10

Gli spazi minerali sono trattati matericamente al fine di identificare le differenti pertinenze di ogni area, definendo lo spazio prettamente pedonale, lo spazio ciclo pedonale e lo spazio destinato agli stalli del mercato comunale.

In queste aree, le pavimentazioni saranno sottilmente differenziate solo nella tessitura e nella morbidezza della loro superficie, in modo da identificare usi diversi del suolo attraverso la sola variazione dimensionale della trama di pavimentazione.

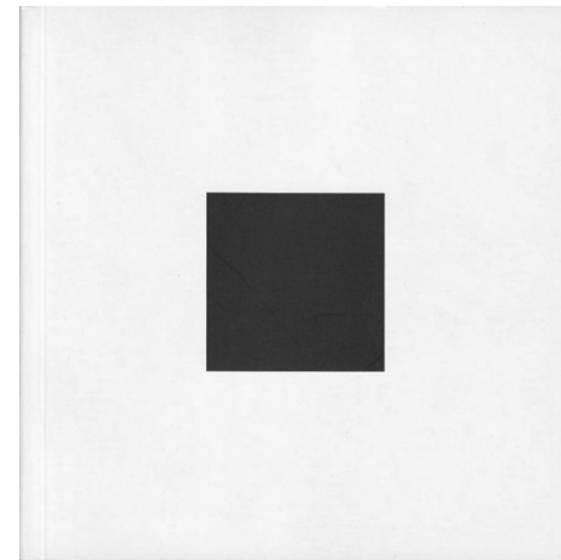
Il sistema della pavimentazione prevede che la soluzione di drenaggio delle acque sia parte dello stesso sistema, proponendo l'integrazione dei canali di drenaggio lapidei nei giunti di separazione delle diverse tipologie di pavimentazione.

L'approccio del progetto alla vegetazione è stato sviluppato in modo da integrare quasi tutti gli individui della falda arborea presente nel sito, con una selezione di specie corrispondenti a soluzioni di facile manutenzione e altamente resistenti agli atti vandalici.

L'uso della vegetazione a foglia persistente e caduca è stato stabilito con grande precisione in funzione dei rapporti che la vegetazione stabilisce (o stabilirà nella sua dimensione di maturazione) sia con gli spazi esterni, pubblici o scolastici, sia con gli edifici stessi, sapendo che, a Segrate, la luce, durante tutto il periodo scolastico, è una risorsa preziosa, ma che, in estate, gli spazi esterni, per essere utilizzati, hanno bisogno di una buona ombreggiatura.

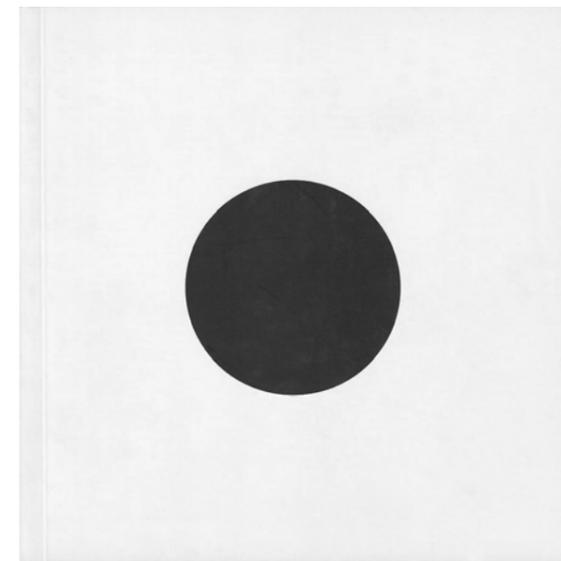


Disegni di studio della seduta "bifronte"



"Il Quadrato"  
La scoperta del Quadrato

Bruni Munari  
Edizione Corraini, Mantova, 2014



"Il Cerchio"  
La scoperta del Cerchio

Bruni Munari  
Edizione Corraini, Mantova, 2014



"Il Triangolo"  
La scoperta del Triangolo

Bruni Munari  
Edizione Corraini, Mantova, 2014

	IL QUADRATO	BRUNO MUNARI
	IL CERCHIO	BRUNO MUNARI
	IL TRIANGOLO	BRUNO MUNARI

## 1.5 Le pavimentazioni

1. Assi principali in sampietrini con variazioni dimensionali nelle tre differenti fasce:



Texture



Dimensione



Orientamento e proporzioni

2. Piazze in sampietrini



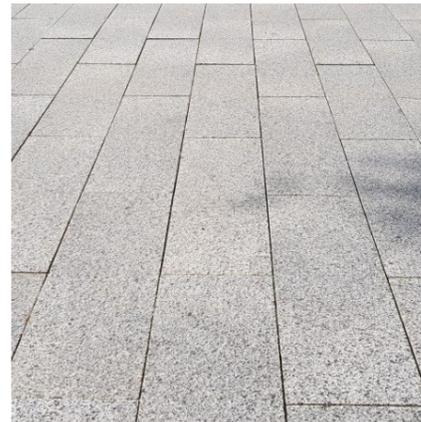
Pietre di piccole dimensioni

3. Canalette di drenaggio



Elementi continui tra le fasce pavimentate

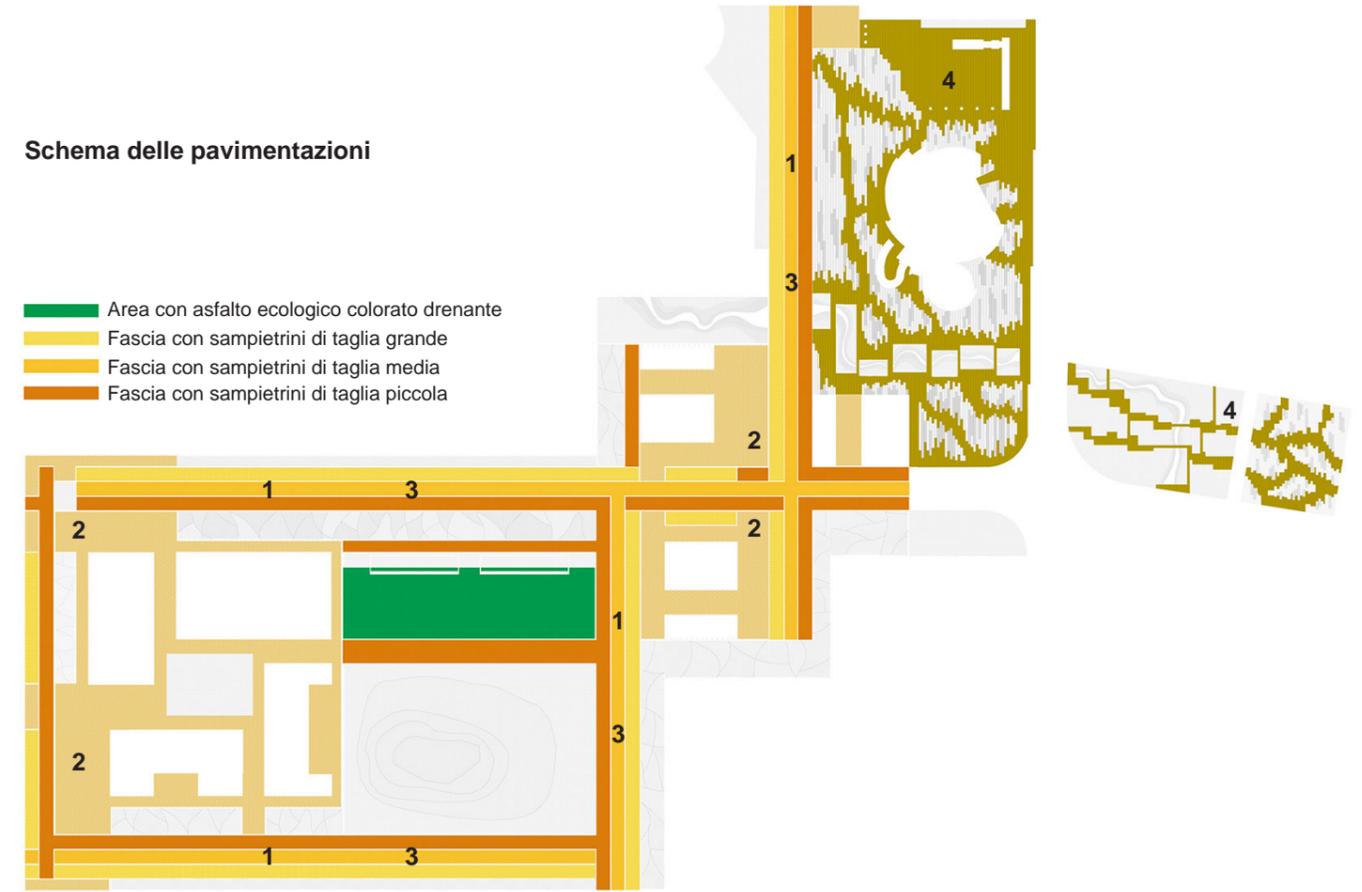
4. Lastre di pietra



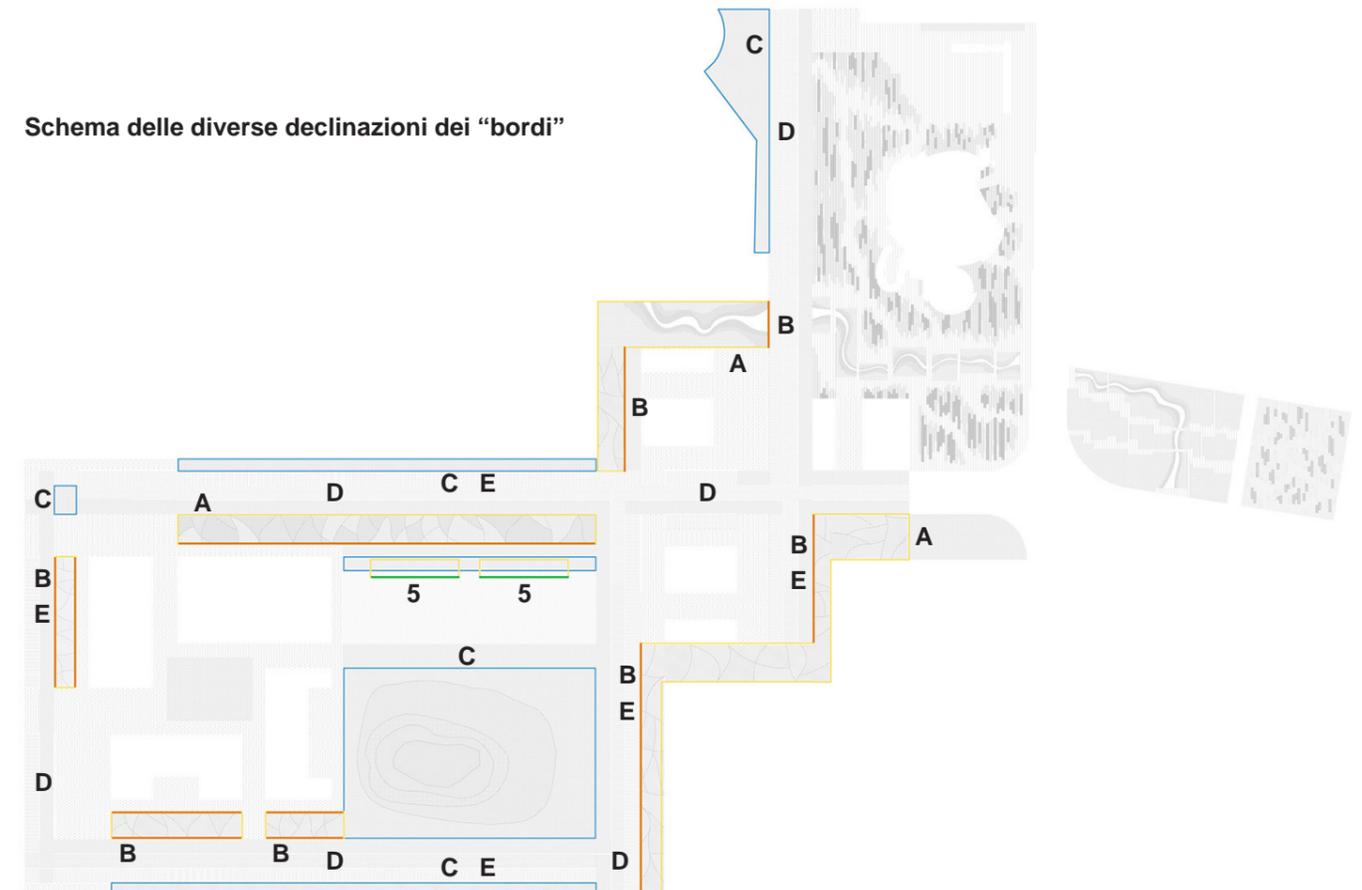
Lastre tagliate a correre

### Schema delle pavimentazioni

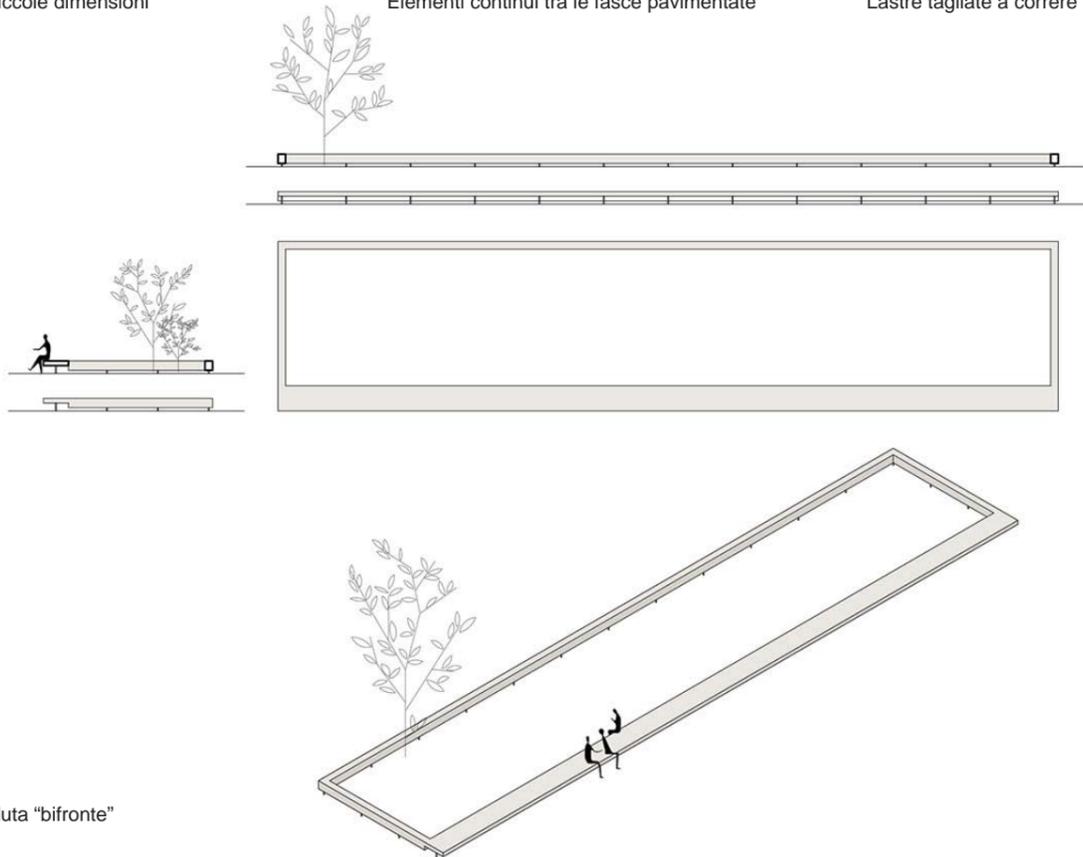
- Area con asfalto ecologico colorato drenante
- Fascia con sampietrini di taglia grande
- Fascia con sampietrini di taglia media
- Fascia con sampietrini di taglia piccola



### Schema delle diverse declinazioni dei "bordi"



5. La seduta "bifronte"



## 1.6 Le declinazioni del bordo



**A.** Bordo aiuola/separazione



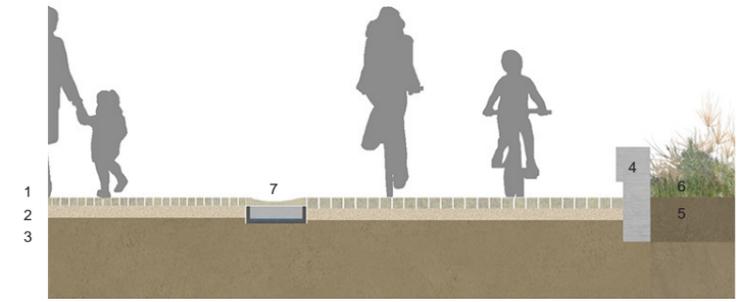
**B.** Bordo aiuola/seduta



**C.** Bordo aiuola/cordolo

### LEGENDA

1. sampietrino
2. strato di sabbia di allettamento
3. terreno ricompattato
4. bordo in calcestruzzo
5. composto di piantumazione
6. mix di erbacee e graminacee
7. canaletta in pietra scolo acque
8. pavimentazione in lastre di granito
9. bordo attrezzato (luce ed acqua) a ridosso degli stalli mercato
10. siepe
11. manto erboso



**D.** Separazione con canaletta di scolo acqua tra le diverse pavimentazioni



**E.** Bordo equipaggiato stalli mercato



**F.** Bordo aiuola/seduta doppia



**G.** Soluzione nei cambi di livello - area Centro Civico e Piazza del Monumento ai Parigiani -

1.7 Il verde

1.



Achillea millefolium



Aster 'Prairie sky'



Dianthus carthusianorum



Miscanthus 'Haiku'



Achillea millefolium



Perovskia Blue Spire



Phlox russeliana



Spirea x arguta



2.



Liriope muscari



Papaver nudicale



Santolina chamaecyparissus



Stipa ichu



A. Aiola con mix di annuali e graminacee



B. Aiola monospecie



C. Prato

3.



Calamagrostis x acutiflora 'Karl Foerster'



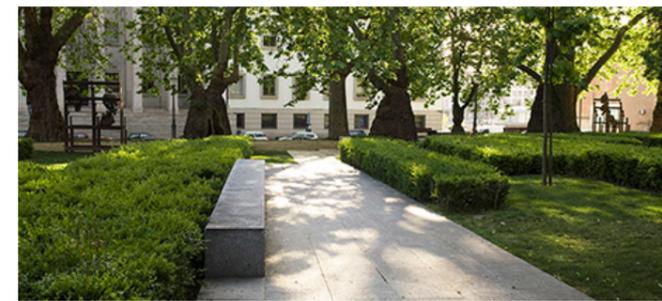
Pennisetum alopecuroides



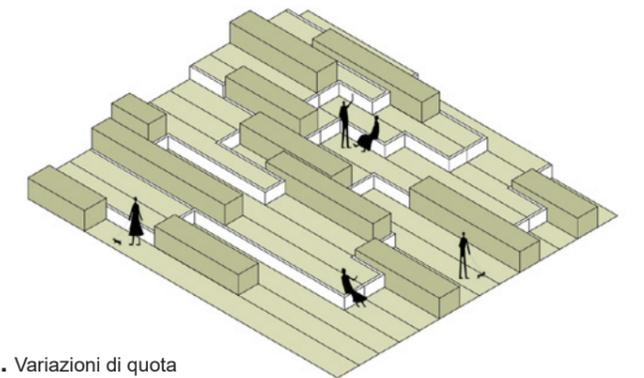
Rosmarinus officinalis



Lavandula angustifolia



D. Siepi



E. Variazioni di quota

## 2. Il progetto della luce

La luce è parte integrante del progetto architettonico e paesaggistico.

Alle diverse destinazioni d'uso degli spazi corrispondono attività ed esigenze differenti con cui il progetto di illuminazione deve misurarsi per garantire le migliori condizioni di fruibilità degli ambienti e di comfort visivo degli utenti.

L'aspetto funzionale costituisce un requisito essenziale che tuttavia non esaurisce le potenzialità e gli obiettivi del progetto.

La luce interpreta gli spazi, suscita emozioni e contribuisce a definire l'identità e l'immagine complessiva del sito. Intensità e penombre, regolarità e impreveduto, effetti scenografici e colore sono ulteriori strumenti con cui stabilire un dialogo, misurato e nello stesso tempo unico e sorprendente, con il pubblico e la città.

### **Metodologie e criteri generali del progetto di illuminazione**

Elenchiamo di seguito le metodologie e criteri generali che, nella varietà delle situazioni in esame, restituiscono un approccio unitario e coerente al progetto complessivo.

- Analisi delle esigenze visive di ogni singolo ambiente in relazione alle attività ed ai compiti visivi previsti;
- Analisi dei percorsi e dei rapporti visivi nel passaggio tra ambienti attigui;
- Conseguente definizione di soluzioni tecniche che garantiscano le migliori condizioni di comfort visivo per gli utenti;
- Distribuzione dei corpi illuminanti coerente al ritmo compositivo degli spazi e massima integrazione agli elementi architettonici;
- Scelta di corpi illuminanti tecnologicamente avanzati, di ridotto impatto visivo, con adeguate prestazioni fotometriche;
- Impiego di sorgenti Led di lunga durata, alta efficienza ed elevate qualità cromatiche della radiazione luminosa emessa (indice di resa cromatica CRI >90, temperatura di colore 3000K);
- Flessibilità nella gestione dell'impianto con regolazione delle intensità luminose emesse;
- Eco-sostenibilità e rispetto dei parametri normativi di riferimento.

### **illuminazione interna nuova scuola**

Le metodologie e i criteri generali sopra esposti si traducono, ambiente per ambiente, in proposte specifiche. Per garantire le migliori condizioni di comfort visivo, nelle aule sono previsti apparecchi ad incasso a luminanza controllata (UGR <19) che escludono qualsiasi rischio di abbagliamento sia diretto che per riflessione sui monitor. I valori di illuminamento sui piani di lavoro saranno conformi a quanto prescritto dalla normativa di riferimento.

### **illuminazione spazio pubblico**

La notte ritaglia il complesso architettonico e paesaggistico dal contesto urbano.

L'illuminazione definisce nuovi equilibri visivi, evidenzia o nasconde, suggerisce altri modi di vivere gli spazi.

Da vicino o a distanza, comunica l'identità emozionale del sito. Le soluzioni tecniche previste tendono a definire un'immagine complessiva, articolata e coerente.

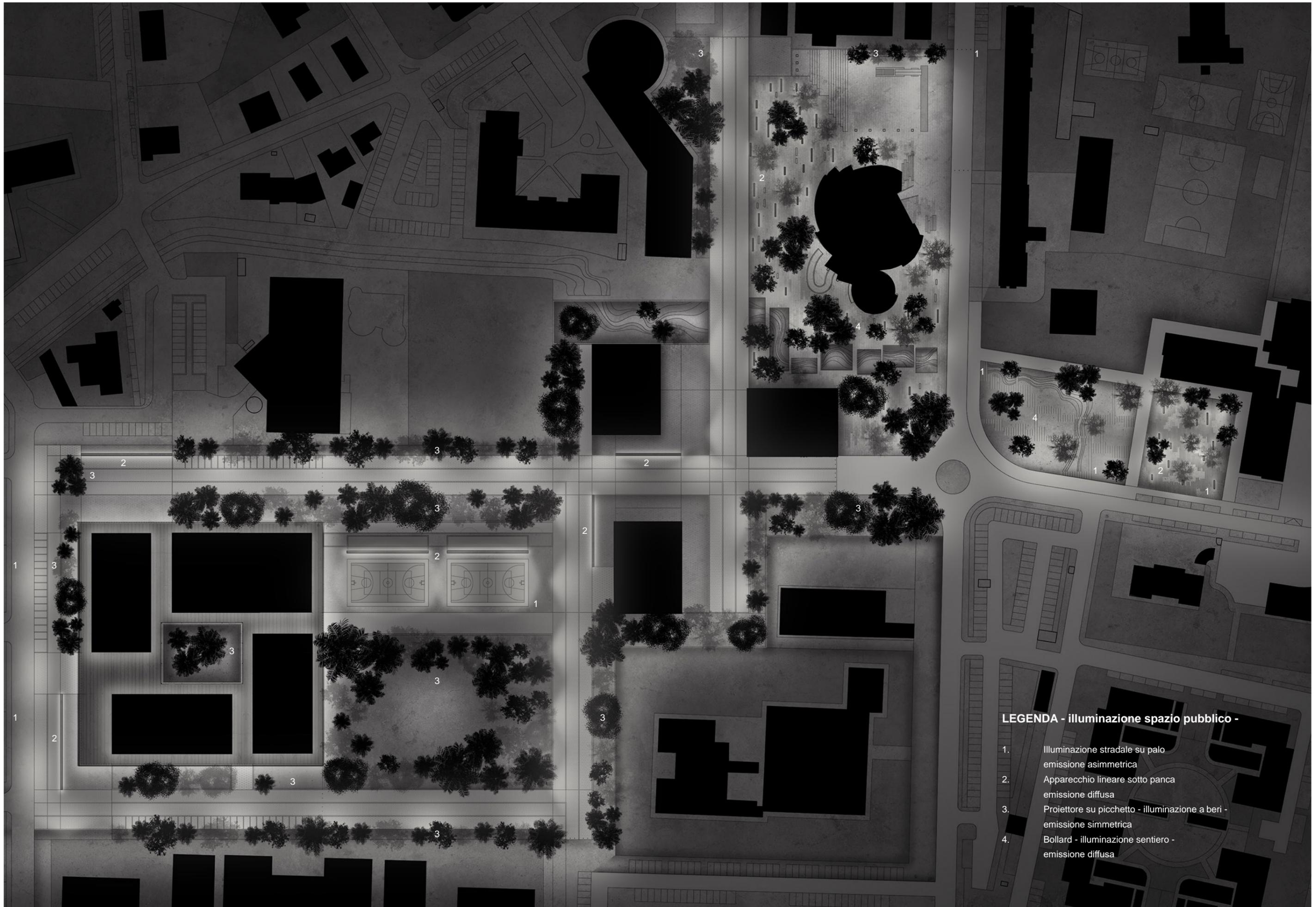
Le proposte, sia funzionali che scenografiche, non si sovrappongono come episodi a se' stanti, ma nell'insieme collaborano a definire la forza attrattiva del polo.

Alle metodologie e ai criteri generali sopra esposti si aggiunge, per l'illuminazione esterna, l'esigenza di privilegiare una visione prospettica dalla quota stradale verso l'alto, in continuità con lo sviluppo dei volumi architettonici che si elevano dalla scuola e all'orografia del parco circostante.



### **LEGENDA - illuminazione interna nuova scuola -**

1. Apparecchio a incasso  
emissione asimmetrica
2. Apparecchio a incasso per esterni - illuminazione terrazza -  
emissione asimmetrica
3. Proiettore su picchetto - illuminazione a beri -  
emissione simmetrica



**LEGENDA - illuminazione spazio pubblico -**

- 1. Illuminazione stradale su palo  
emissione asimmetrica
- 2. Apparecchio lineare sotto panca  
emissione diffusa
- 3. Proiettore su picchetto - illuminazione a beri -  
emissione simmetrica
- 4. Bollard - illuminazione sentiero -  
emissione diffusa

### 3. Il concetto strutturale

Lo schema progettuale presentato organizza quattro unità funzionali all'interno di una rigida modularità geometrica. Il modulo spaziale di 7,5 metri, oltre a dettare il dimensionamento degli spazi come multipli o sottomultipli delle cellule che compongono il reticolo spaziale in pianta, determina il passo dei sostegni verticali e la trama del reticolo di travi che sorregge i solai - i quali divengono di fatto solai nervati. Uno schema così concepito richiede un'attenta integrazione tra le esigenze della forma architettonica - che in questo caso è anche forma strutturale - e i requisiti che le strutture stesse devono garantire in termini di resistenza alle azioni, economicità e rapidità di realizzazione, manutenibilità dell'opera.

#### **Vantaggi dello schema strutturale**

Lo schema spaziale e strutturale proposto presenta il vantaggio di essere regolare, e organizzato secondo una simmetria rotazionale, con distribuzioni uniformi delle rigidezze in pianta e delle masse in altezza.

Gli sforzi verticali sono assorbiti in gran parte da colonne con diametro 25 cm distribuite a matrice in pianta, mentre gli sforzi orizzontali legati al sisma sono assorbiti dagli 8 nuclei rettangolari in cemento armato - distribuiti a coppie sui lati corti delle quattro unità funzionali.

La maglia di pilastri determinata dall'interasse di 7.5 metri è in cemento a vista, così come lo è la teoria di travi incrociate -spesse 25 cm e alte 80- che sorreggono i solai. Solo i nuclei dove sono contenute i collegamenti verticali e i servizi verranno rivestiti in legno. Unica eccezione è data dalla struttura della palestra, la cui doppia altezza è

organizzata da una copertura le cui travi, organizzate secondo l'interasse di 7,5 m, saranno in legno lamellare.

#### **Distribuzione uniforme delle rigidezze in pianta**

All'interno di una maglia regolare di pilastri circolari distribuiti con interasse 7.5 m in entrambe le direzioni sono disposti 4 volumi, ciascuno dei quali presenta setti verticali di spessore 25 cm, i quali sono disposti secondo un secondo livello di simmetria ed equipartiscono la rigidezza in ambo le direzioni nei quattro quadranti dell'edificio.

#### **Fondazioni nastriformi**

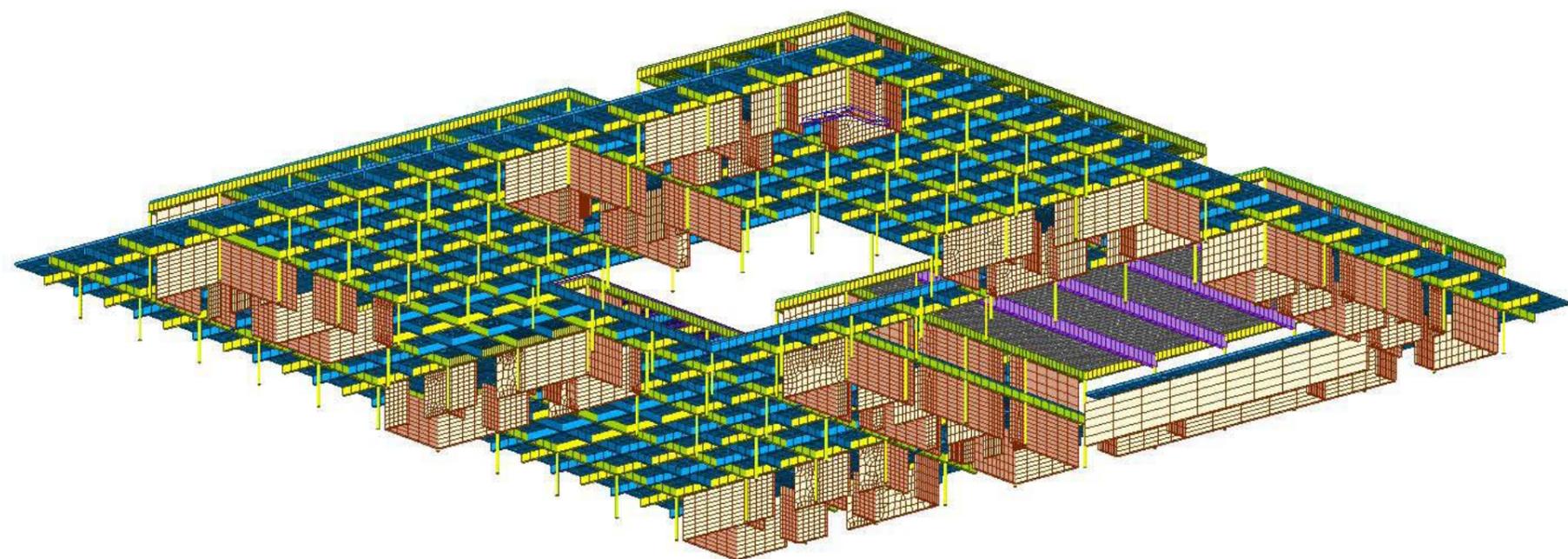
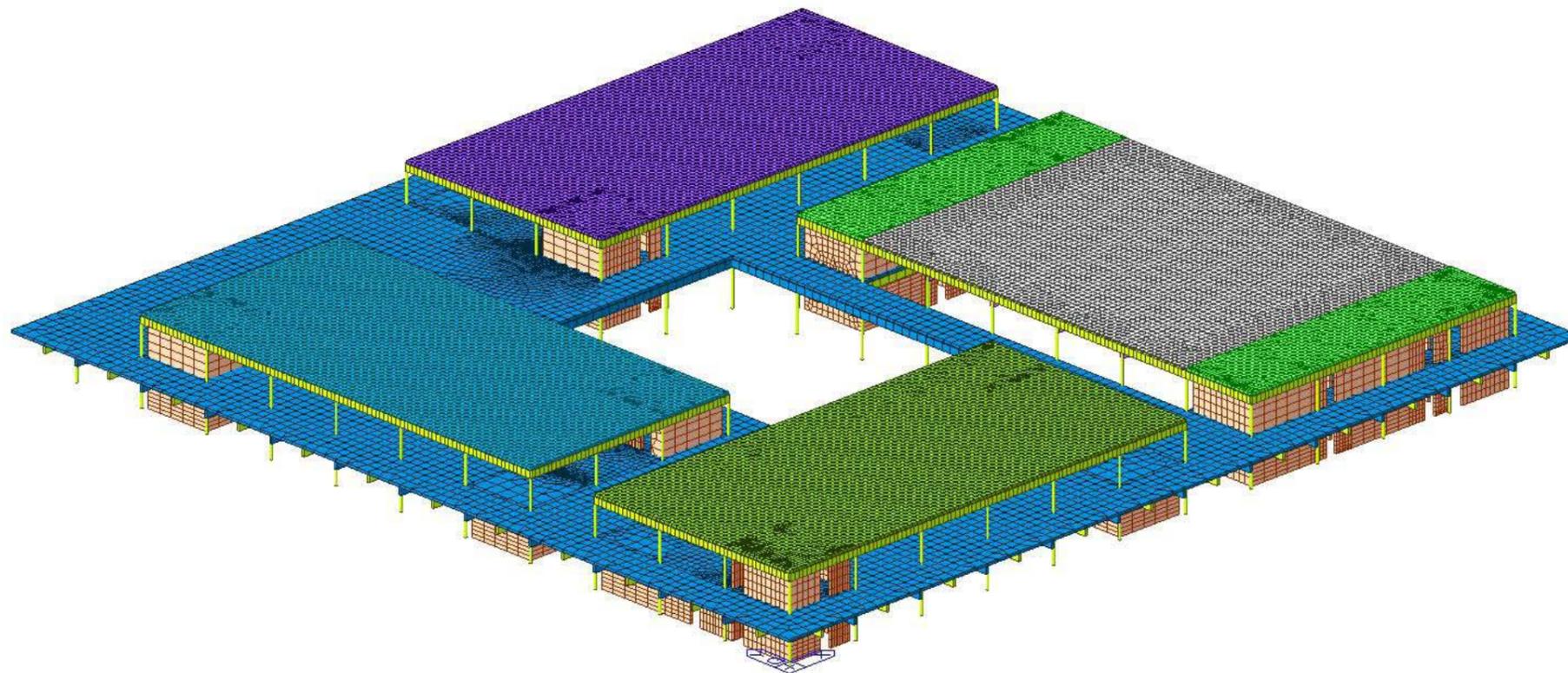
Per le fondazioni è proposto un graticcio di travi rovesce collegato alle platee di fondazione. Queste si trovano al di sotto degli nuclei in calcestruzzo armato. La limitazione dell'impronta delle platee minimizza i volumi di scavo e l'utilizzo di conglomerato cementizio armato, offrendo dunque un vantaggio in termini economici e nei tempi di realizzazione.

#### **Solai bidirezionali alleggeriti**

Per i solai di piano si prevede l'impiego di una tipologia di solaio a piastra alleggerito con tecnologia u-boot, perfettamente integrabile con la disposizione regolare delle travature principali. I casseri in polipropilene riciclato sono sommersi nel getto di calcestruzzo, ottenendo la formazione di una soletta piana continua con interposto un graticcio di nervature armate in corrispondenza delle travi estradossate. Tale scelta accoppia a una rigidezza

uniforme in entrambe le direzioni un limitato impiego di calcestruzzo e una elevata rapidità esecutiva, un conseguente vantaggio economico e brevi tempi di realizzazione.

Visualizzazioni del modello FEM



### 3.1 Risposta dinamica della struttura

Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita sull'asse X

La risposta dinamica della struttura è affrontata definendo, a partire dalla vita utile e dalla classe d'uso dell'opera, lo spettro di progetto del sito in esame.

Considerata una vita nominale di 50 anni e una classe d'uso III, il periodo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica risulta di 75 anni.

Ipotizziamo di affidare l'azione sismica ai soli setti verticali e considerare di conseguenza i pilastri quali elementi secondari soggetti a sole azioni statiche (carichi gravitazionali): la tipologia strutturale è dunque quella di una "struttura mista equivalente a pareti", cui corrisponde in ambito di media duttilità "CDB" un fattore di comportamento pari a 2.4 ( $q = k_r \times q_0 = 0.8 \times 3$ ).

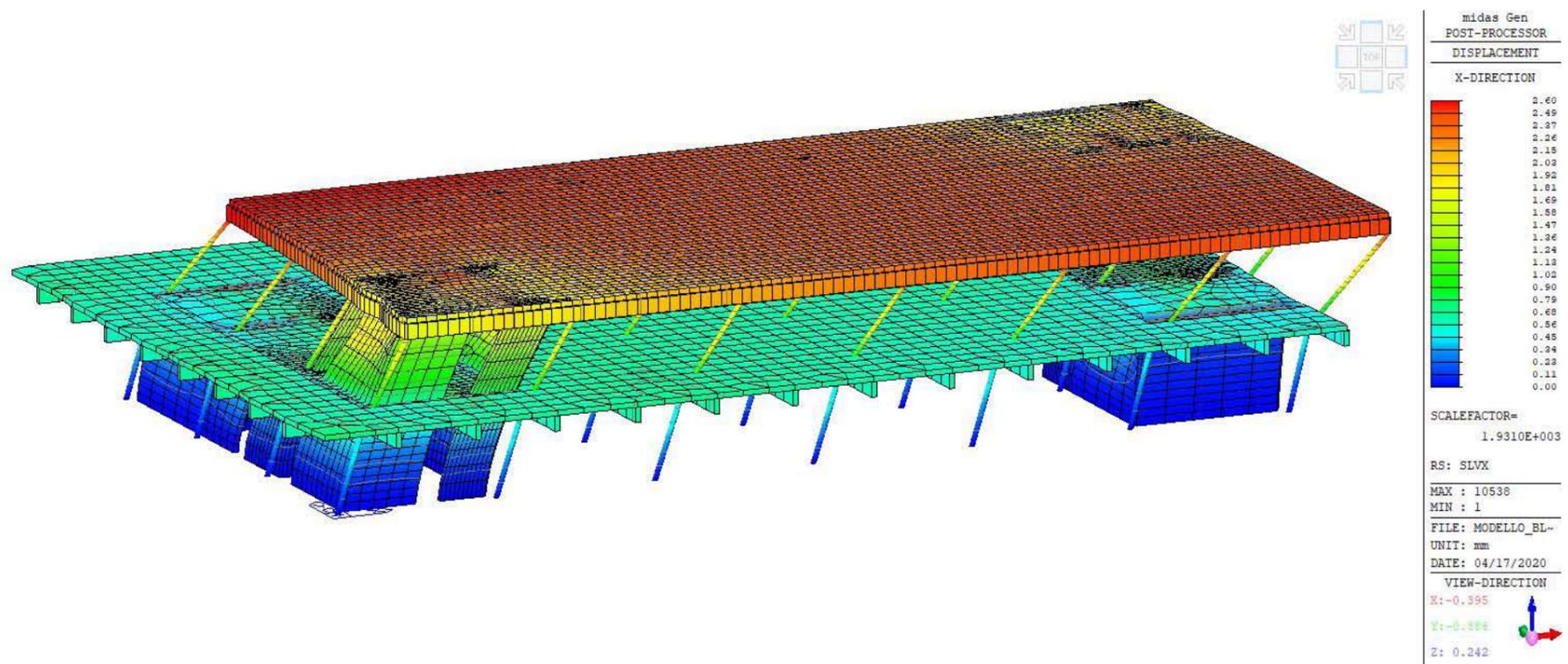
A favore di sicurezza si è comunque voluto utilizzare un approccio più severo, adottando un fattore di comportamento  $q$  pari a 1.5, considerando dunque la struttura in campo elastico. Sotto tali assunzioni l'analisi preliminare della risposta dinamica confermando una sostanziale equidistribuzione degli sforzi taglianti e flettenti sui setti verticali di ciascuna unità strutturale.

Ogni nucleo, modellato nell'ipotesi di comportamento isolato, evidenzia come gli spostamenti massimi della struttura per le azioni sismiche risultino contenuti in entrambe le direzioni, e che pertanto giunti strutturali adeguatamente dimensionati consentano di scongiurare il pericoloso fenomeno del muto martellamento tra i corpi.

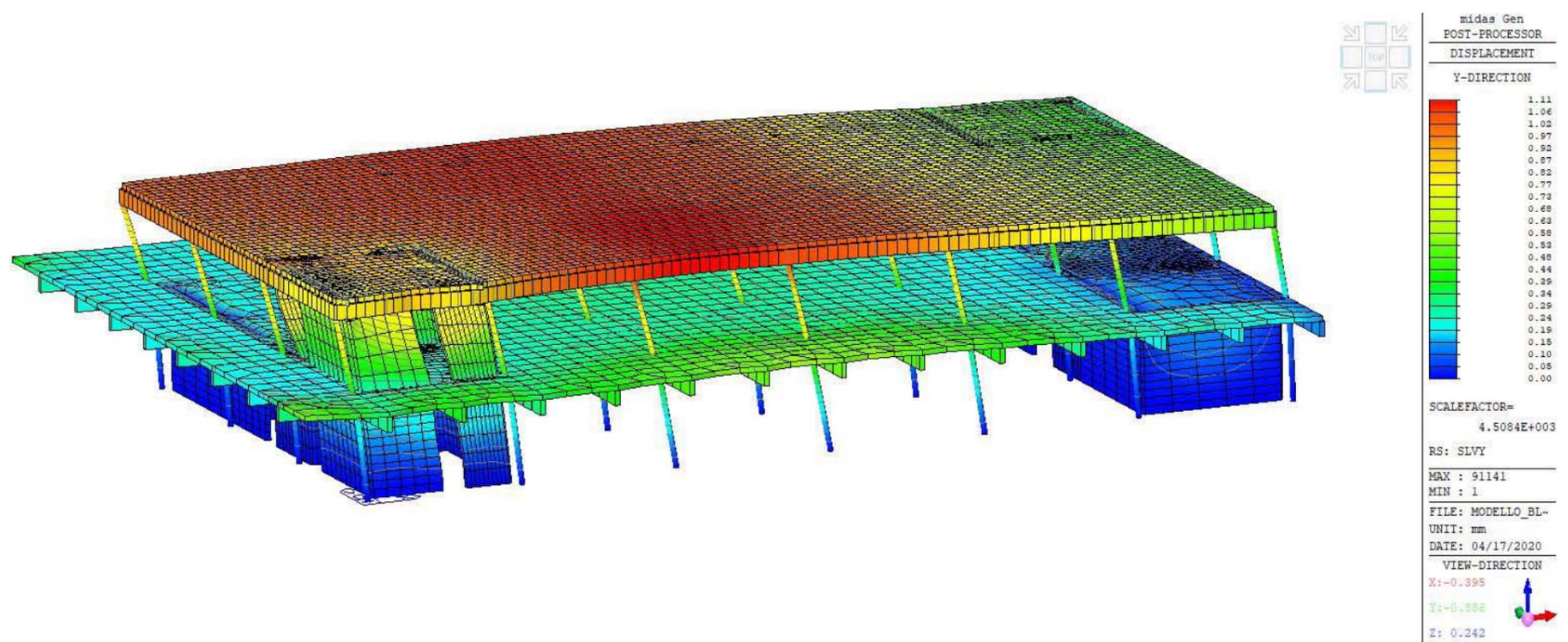
#### La copertura della palestra

Per il corpo della palestra valgono altre considerazioni. La luce considerevole della copertura e la doppia altezza dell'edificio suggerisce l'impiego di travi in legno lamellare, principalmente per queste ragioni:

- La massa inferiore del legno rispetto a quella di altri materiali da costruzione implica minori sollecitazioni derivanti dall'azione sismica;
- Il legno presenta un comportamento meccanico particolarmente favorevole in rapporto alla massa - superiore di gran lunga a quello del calcestruzzo, con conseguente possibilità di coprire luci elevate;
- La modalità di messa in opera degli elementi lignei introduce nella struttura una duttilità intrinseca, garantendo la dissipazione di una quota parte di energia attraverso i punti di connessione dei vari componenti della struttura.



Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita sull'asse Y



### 3.2 Un edificio sostenibile



La proposta di Segrate mette al centro la sostenibilità del sistema edificio-impianto.

L'edificio sarà di tipo nZEB (nearly Zero Energy Building), dunque a energia quasi zero, con un regime che non prevede la trasformazione di combustibili fossili in sito. Si ritiene che questo tipo di risultato sia facilmente ottenibile grazie all'introduzione di un sistema di generazione dei fluidi termovettori a pompe di calore geotermiche, alimentate dall'energia elettrica generata dal campo solare fotovoltaico.

#### Diminuzione dei consumi

L'ottenimento di prestazioni nZEB verrà ottenuto agendo su questi aspetti:

- alta **efficienza dell'involucro**; ricorso al **freecooling**;
- **efficienza degli impianti meccanici ed elettrici**;
- introduzione di **sistemi di misurazione e monitoraggio** dei consumi; **Illuminazione LED** e con avanzati sistemi di regolazione e gestione;
- **recupero e riutilizzo delle acque meteoriche** abbinato a sistemi per la **riduzione e il controllo dei consumi**, permetterà di diminuire dell'85% il consumo di acque prelevate dalla rete.

#### Approvvigionamento energetico

Per quanto riguarda la fornitura di energia si prevede la realizzazione di un campo fotovoltaico in copertura che assolverà al **65% delle necessità energetiche annuali** dell'edificio. Verrà comunque realizzata una cabina di trasformazione da Media Tensione in modo da assicurare la continuità di

fornitura di energia nei momenti di bassa produttività del fotovoltaico.

#### Monitoraggio dei consumi

Anche considerata l'importanza educativa che può rivestire la conoscenza del funzionamento di un edificio nZEB, si prevedrà un piano di comunicazione delle informazioni raccolte dal sistema di misurazione e archiviazione dei consumi dell'edificio -consumi annuali e istantanei, percentuale di provenienza di energia da fonti rinnovabili- tramite display posti negli spazi comuni. Nelle aule verranno inoltre installati display per il controllo diretto dei consumi e del livello di luminosità e temperatura.

#### Comfort

In un edificio scolastico il progetto impiantistico ha un'importanza centrale. Unito ad un involucro efficiente, esso è l'elemento decisivo nel garantire il comfort. Il progetto per il polo di Segrate prevede sistemi di climatizzazione che eliminino moti convettivi d'aria fastidiosi per l'utenza e che, vista anche l'emergenza Covid in corso, assicurino la completa sanificazione delle distribuzioni.

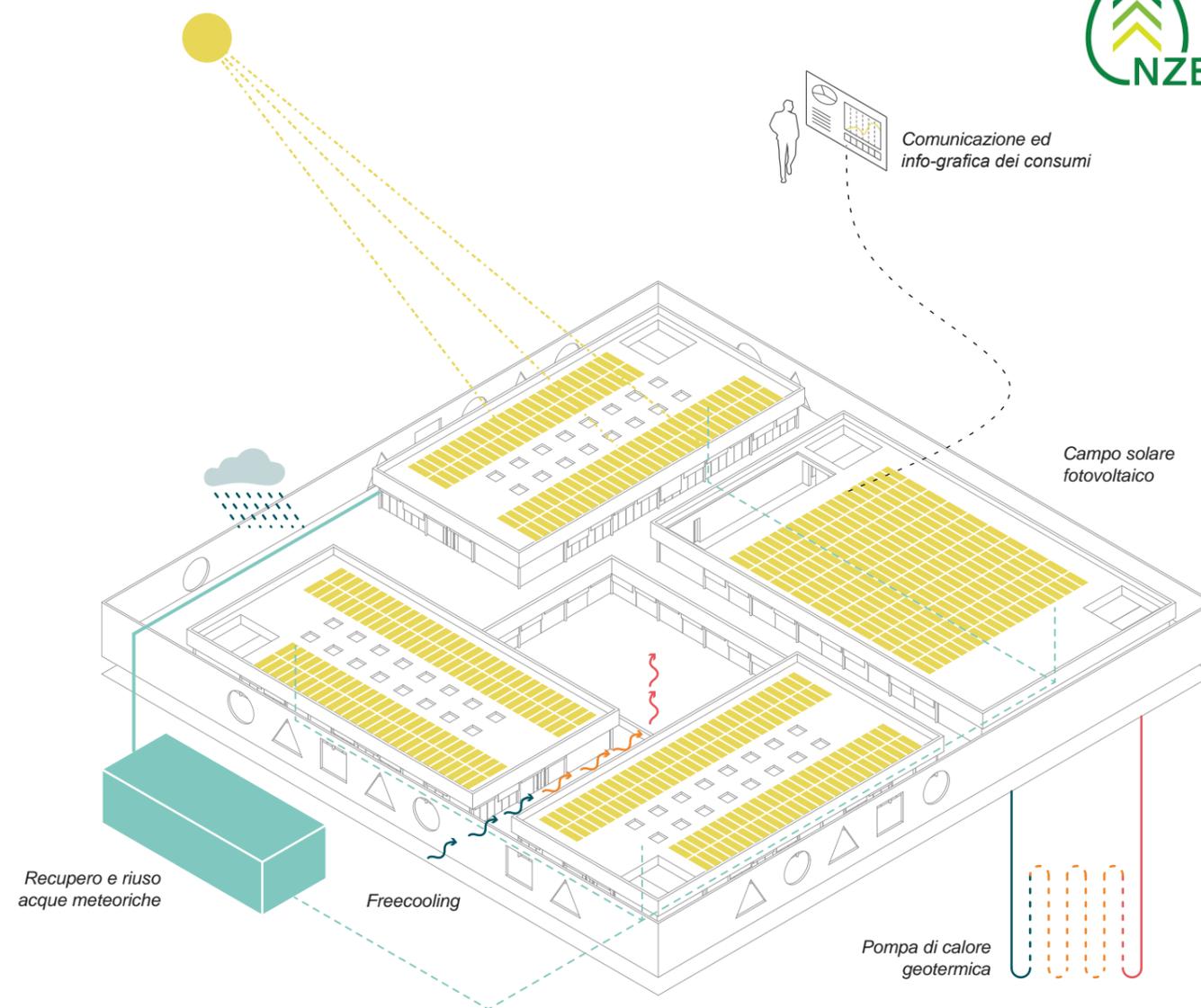
#### Criteri ambientali minimi

La nuova scuola sarà infine un edificio sostenibile anche dal punto di vista dei materiali e della gestione del ciclo di vita dell'edificio anche in rispetto di quanto previsto dai CAM (i Criteri Ambientali Minimi previsti dal DM dell'11 ottobre 2017). Nello sviluppo del progetto si mirerà all'obiettivo di avere un 60% dei componenti dell'edificio sottoponibile a demolizione selettiva. Almeno il 20%

del peso totale dei materiali utilizzati per la costruzione sarà composto da materiali riciclati.

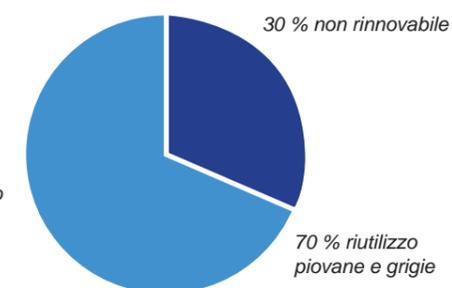
#### Raccolta e riuso delle acque meteoriche

Anche la raccolta e il riuso dell'acqua sarà di tipo innovativo, oltre al sistema di captazione e stoccaggio delle acque piovane si prevede infatti un sistema di recupero e avvio al riutilizzo delle acque grigie -lavabi e docce- per uso irriguo, lavaggio delle superfici e scarichi dei servizi igienici.



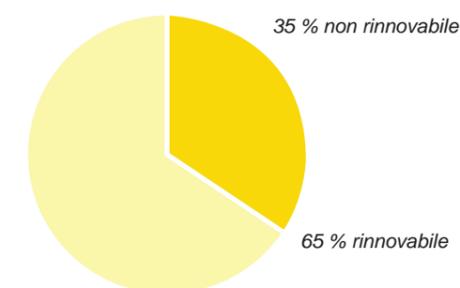
#### Climatizzazione

La climatizzazione è una delle principali fonti di consumo energetico. Ricorrendo a fonti di energia infinita come il calore del terreno e il freecooling e alimentando le pompe con l'energia prodotta dal fotovoltaico si ridurrà l'apporto energetico non rinnovabile al 15%.



#### Utilizzo acqua

Il consumo di acqua potabile per usi per cui non sia strettamente necessario verrà minimizzato, benché la presenza delle docce nella palestra faccia lievitare questo consumo del 30%. Per ovviare a questo aumento le acque di scarico verranno recuperate riutilizzate in situ.



#### Energia elettrica

In copertura l'installazione di un campo solare fotovoltaico composto da pannelli ad alto rendimento permetterà di coprire il 65% del fabbisogno annuale dell'edificio, garantendo circa 200 kW di produzione in picco.

### 3.3 Impianti meccanici

L'impianto distributivo del polo, che dispone quattro unità funzionali all'interno di ognuno dei quadranti che suddividono la corte, viene ripreso nella definizione dello schema impiantistico.

La centrale tecnologica verrà collocata in posizione baricentrica a nord della palestra, mentre i sistemi di trattamento dell'aria verranno gestiti da quattro UTA, ognuna ricavata all'interno dei core in calcestruzzo armato delle quattro unità funzionali.

Le unità di trattamento verranno ricavate al di sopra degli spazi dedicati ai servizi, in modo da contenere tutte le installazioni tecniche all'interno di volumi stereometrici, senza ricorrere a schermature in copertura.

Le distribuzioni dell'aria all'interno delle aule al primo piano avverranno a pettine attraverso lo spazio connettivo centrale. Nella distribuzione di mandate e riprese si è tenuto conto della volontà progettuale di mostrare in tutti gli spazi il reticolo strutturale a vista, minimizzando dunque l'altezza delle sezioni adottate, i sormonti e le interferenze con gli impianti elettrici.

#### Criteria generali

In linea generale il progetto meccanico proposto mira a:

- un alto grado di integrazione tra i sistemi distributivi e i terminali impiantistici, in modo da consentire flessibilità, facilità di montaggio, chiarezza distributiva, sicurezza, plurifunzionalità e modularità;

- un elevato livello di affidabilità, nei riguardi sia di guasti alle apparecchiature sia di eventi esterni, con tempi di

ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche/manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature, sistemi di riserva, ...;

- un elevato grado di frazionamento dei sistemi per una conduzione efficiente sulla base del reale grado di utilizzo dei locali;

- manutenibilità intesa come la possibilità di effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utenze ed aree;

- flessibilità e modularità degli impianti intesa a permettere un facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature;

- elevato grado di funzionalità e di comfort per gli utenti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli acustici, di ventilazione, termo-igrometrici e con un'attenta scelta dei terminali impiantistici e degli apparecchi igienico sanitari;

- ricerca della massima prestazione degli impianti e della massima efficienza energetica, in maniera tale da garantire comunque i requisiti di comfort richiesti in ogni locale, contenendo al massimo i consumi energetici.

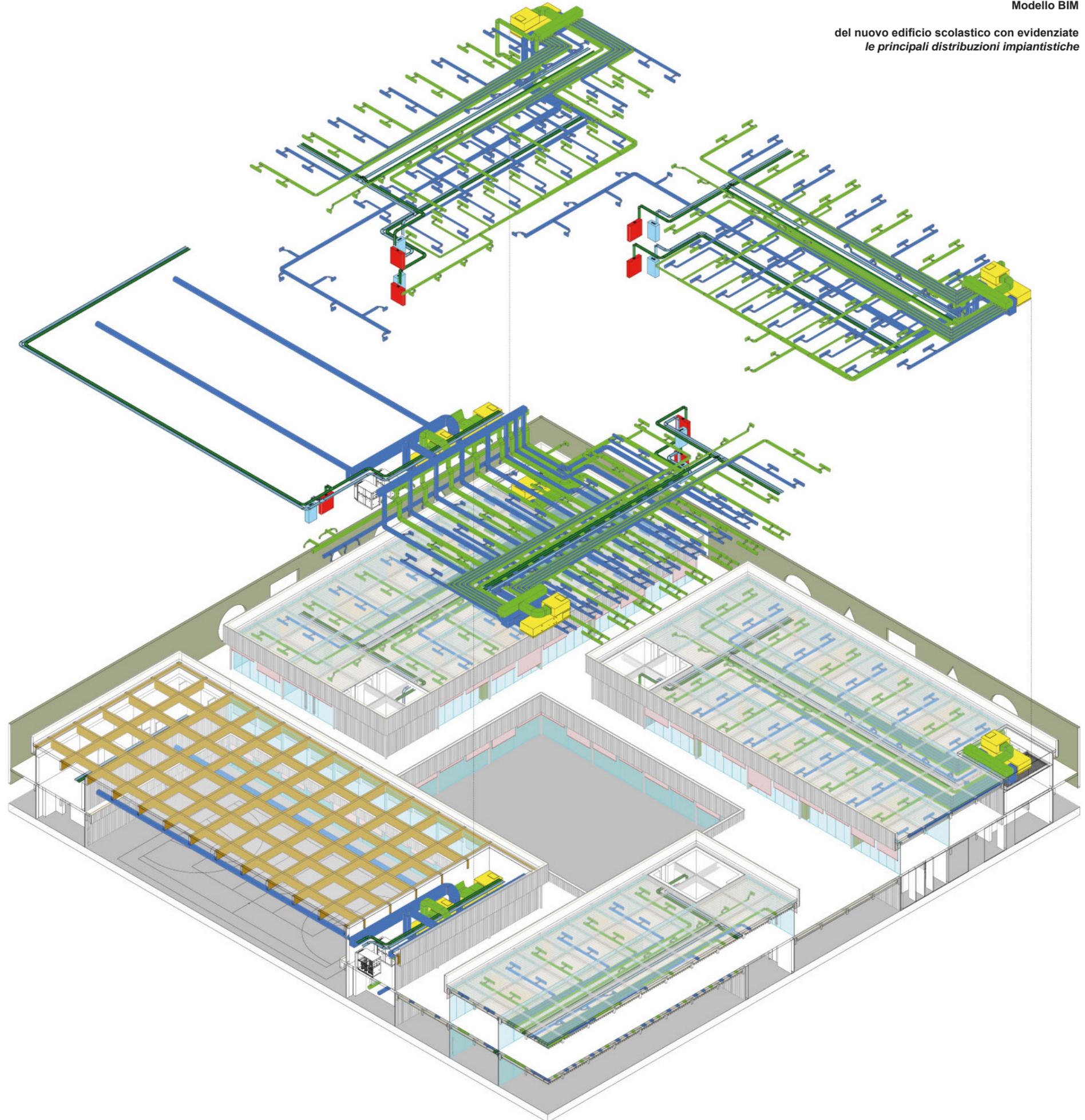
#### LEGENDA

##### Distribuzione dell'aria

canali di mandata ■  
canali di ripresa ■  
UTA ■

##### Impianti elettrici

canalette di distribuzione ■  
quadro elettrico FM ■  
quadro elettrico illuminazione ■



### 3.4 La centrale tecnologica

La centrale tecnologica principale a servizio del polo è collocata al piano primo nell'ampio vano posto all'interno del core funzionale a nord della palestra.

All'interno di questo vano trovano posto anche l'UTA a servizio della stessa area sportiva e della zona conferenze del piano terra.

#### Fluidi primari

Il fabbisogno energetico dell'edificio è soddisfatto da un impianto ad alta efficienza a pompe di calore centralizzate del tipo condensato ad acqua.

Lo schema termodinamico delle pompe di calore è del tipo "polivalente" o "multifunzionale", sviluppate per massimizzare il loro effetto utile.

La massima efficienza di tali unità viene raggiunta con carichi contemporanei, quando tutta l'energia prodotta viene utilizzata per assicurare la richiesta termica e frigorifera dell'intero impianto. Negli edifici contemporanei, caratterizzati da coesistenti carichi termici opposti, tali unità sono la soluzione più efficiente e più "verde" rispetto a qualsiasi altro sistema. (fig.1)

Grazie all'evoluta logica di controllo di cui sono dotate, le unità polivalenti sono in grado di far fronte sempre alle richieste di climatizzazione dell'edificio, anche e soprattutto nel caso di contemporaneità dei carichi. La produzione contemporanea di freddo e caldo viene autonomamente gestita dall'unità in base alle reali necessità. L'adozione di unità che provvedono autonomamente alla produzione di caldo e freddo, permette di superare l'abbinamento di più risorse termo-frigorifere.

Ne consegue una notevole semplificazione dell'impianto: si riducono gli spazi tecnici, si semplifica la circuitazione idronica, si dimezza

l'impegno di manutenzione delle macchine e si rende molto più razionale il controllo delle stesse.

In tutti i casi in cui le unità producono simultaneamente acqua fredda e calda, l'efficienza reale dell'unità è la somma delle prestazioni in caldo e in freddo. Per misurare in modo oggettivo la performance in condizione di contemporaneità dei carichi, si può utilizzare l'indice TER (*Total EfficiencyRatio*) calcolato come rapporto tra la somma delle potenze termica e frigorifera erogate e la potenza elettrica assorbita.

Il TER raggiunge il suo massimo valore in condizione di completo bilanciamento dei carichi ed è il modo più efficace per rappresentare la reale efficienza dell'unità. (fig.2)

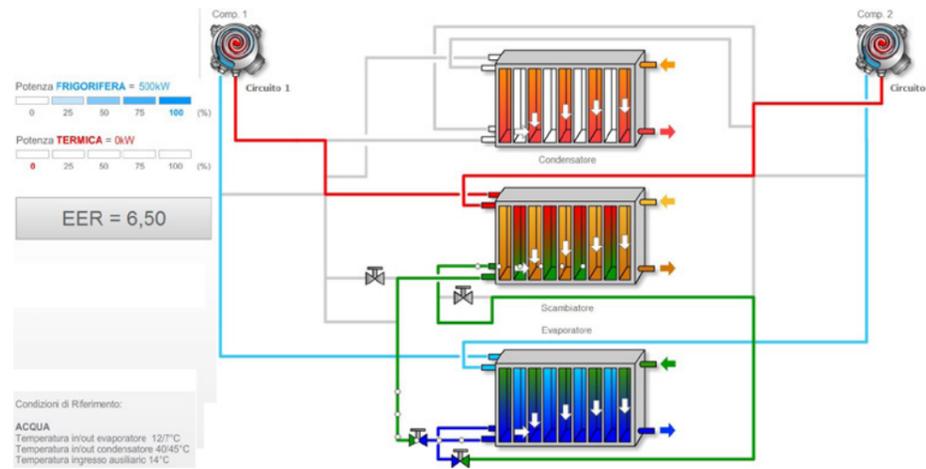
Nella condizione di 100% di carico frigorifero con 50% di carico termico si ha che i due circuiti concorrono entrambi alla produzione dell'energia necessaria per il raffrescamento dell'ambiente, evaporando tutto il fluido frigorifero nei due circuiti nello scambiatore impianto "lato freddo". (fig.3)

È evidente il vantaggio di poter utilizzare le unità polivalenti con carico frigorifero prevalente e la potenza termica recuperata per l'alimentazione dei post-riscaldamenti.

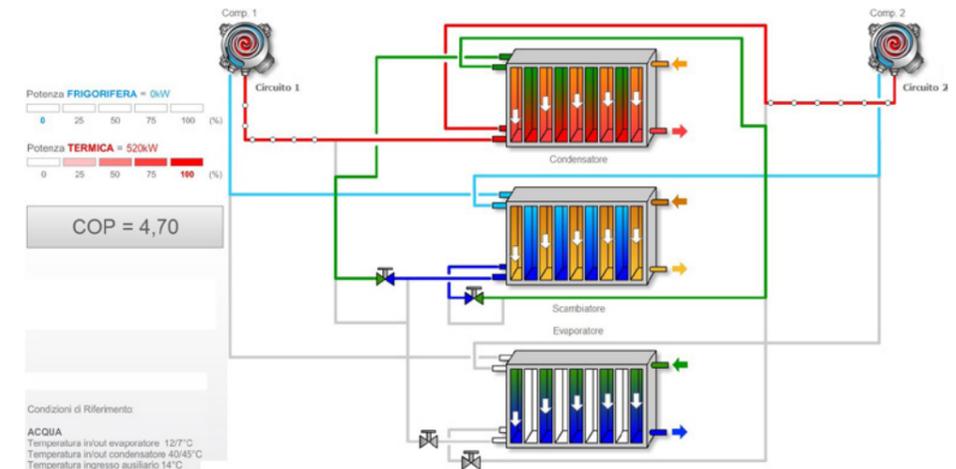
La proposta progettuale garantisce alti rendimenti di produzione anche grazie alle tipologie di sistemi terminali radianti di progetto i quali richiedono basse temperature dell'acqua di alimentazione, eliminando totalmente le emissioni in loco.

Infine il sistema di distribuzione idronica è del tipo a portata variabile con l'utilizzo di pompe elettroniche, in grado di adattare l'energia distribuita alle richieste dell'edificio, in base alle zone attive.

fig.1

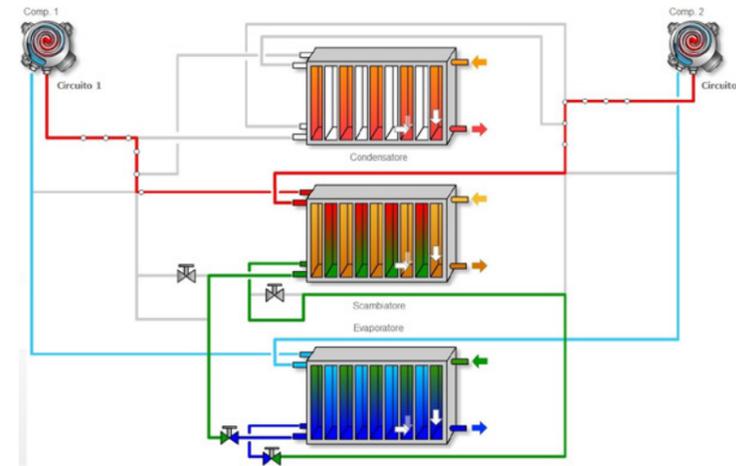


Funzionamento solo caldo



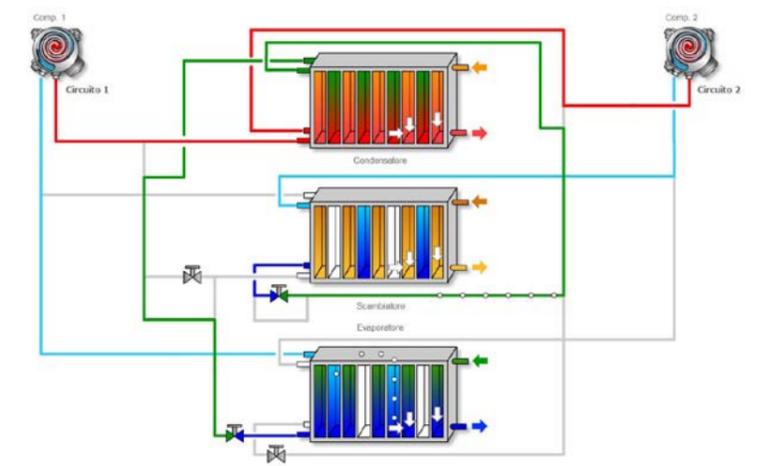
Funzionamento solo freddo

fig.2



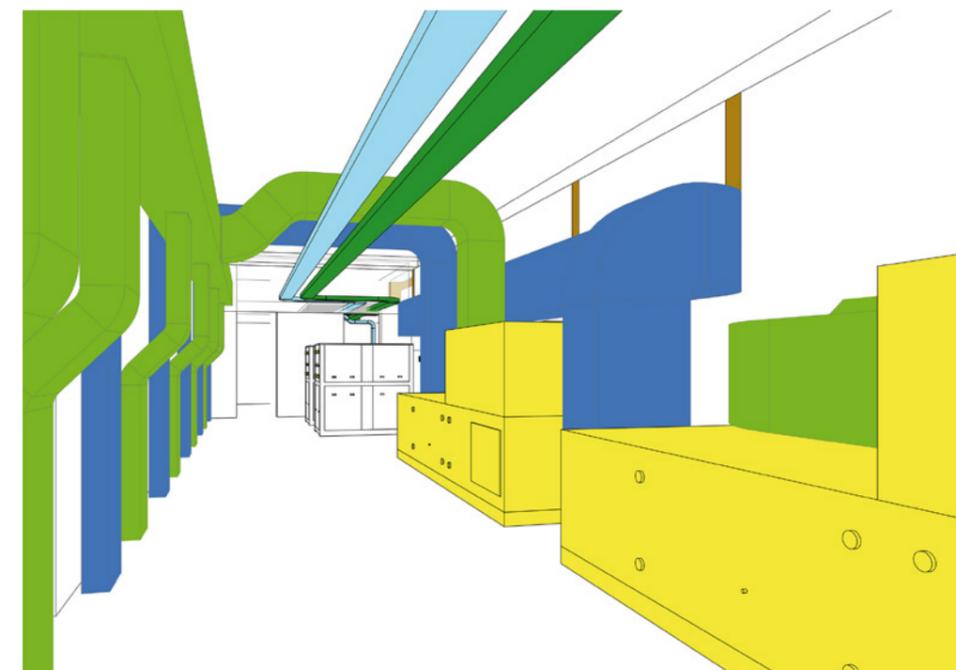
Funzionamento contemporaneo freddo 75% + caldo 25%

fig.3



Funzionamento contemporaneo freddo 50% + caldo 100%

Vista del modello BIM della Centrale Tecnologica



### 3.5 Acqua calda sanitaria e sistemi di distribuzione dei fluidi

#### Acqua calda sanitaria

La produzione dell'acqua calda sanitaria è affidata ad una pompa di calore acqua/acqua per alta temperatura ( $T_{MAX} > 75^{\circ}C$ ) dedicata a questo servizio. L'unità è alimentata dal circuito caldo delle unità polivalenti di climatizzazione ( $45^{\circ}C/40^{\circ}C$ ) e garantisce elevati rendimenti ( $COP > 5,5$ ) e temperature e volumi di produzione compatibili con l'utilizzo sanitario per gli spogliatoi dell'area sportiva.

#### Distribuzione dei fluidi termo vettori

Il consumo energetico associato alla circolazione del fluido termovettore grava pesantemente sui costi di gestione di un impianto, ma può essere ridotto grazie all'adozione di pompe a velocità variabile, in grado di regolare la portata d'acqua in funzione del carico termico che l'impianto è chiamato a soddisfare. La velocità delle pompe, assecondano l'andamento del carico termico e allo stesso tempo agiscono sull'algoritmo di termoregolazione delle unità polivalenti, ottimizzandolo per il funzionamento a portata variabile. Si ottengono così il massimo risparmio energetico, stabilità di funzionamento e affidabilità nel funzionamento.

Con un sistema a portata variabile, la portata può essere ridotta fino ad un valore minimo pari al 50% della portata nominale di selezione delle unità, fermo restando il limite imposto dalla portata minima ammessa dallo scambiatore delle unità.

La variazione di velocità delle pompe è attuata con piccoli aggiustamenti successivi, monitorando costantemente il valore di  $\Delta P$  rilevato lato impianto e le temperature sullo scambiatore delle unità.

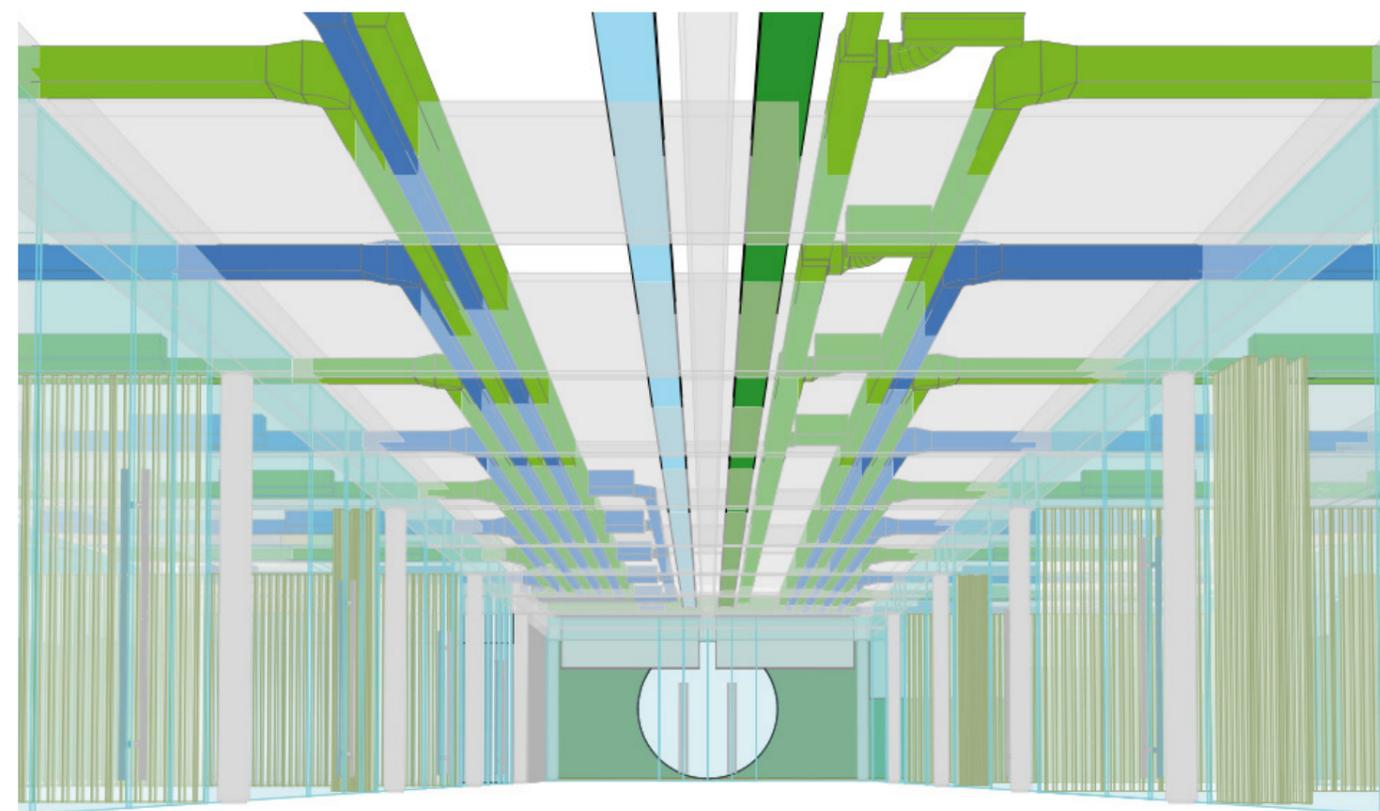
Evitando bruschi cambiamenti di portata, si esclude il rischio di pendolazioni legate al conflitto con la funzione di termoregolazione delle unità.

In nessun caso la portata del circuito primario può essere ridotta al di sotto della portata minima ammessa dallo scambiatore dell'unità. La portata dell'unità è monitorata attraverso un trasduttore di pressione differenziale installato sullo scambiatore delle unità. Nel caso in cui il differenziale di pressione rilevato lato impianto richieda per le utenze una portata d'acqua inferiore alla portata minima ammessa dalle unità, il sistema comanda l'apertura graduale della valvola di by-pass idraulico (funzione di sicurezza). In questo modo all'unità è sempre garantita la minima portata. Non appena si verifica una richiesta di aumento di portata da parte delle utenze ( $\Delta P < P_{MIN}$ ), il controllo comanda la chiusura della valvola di by-pass.

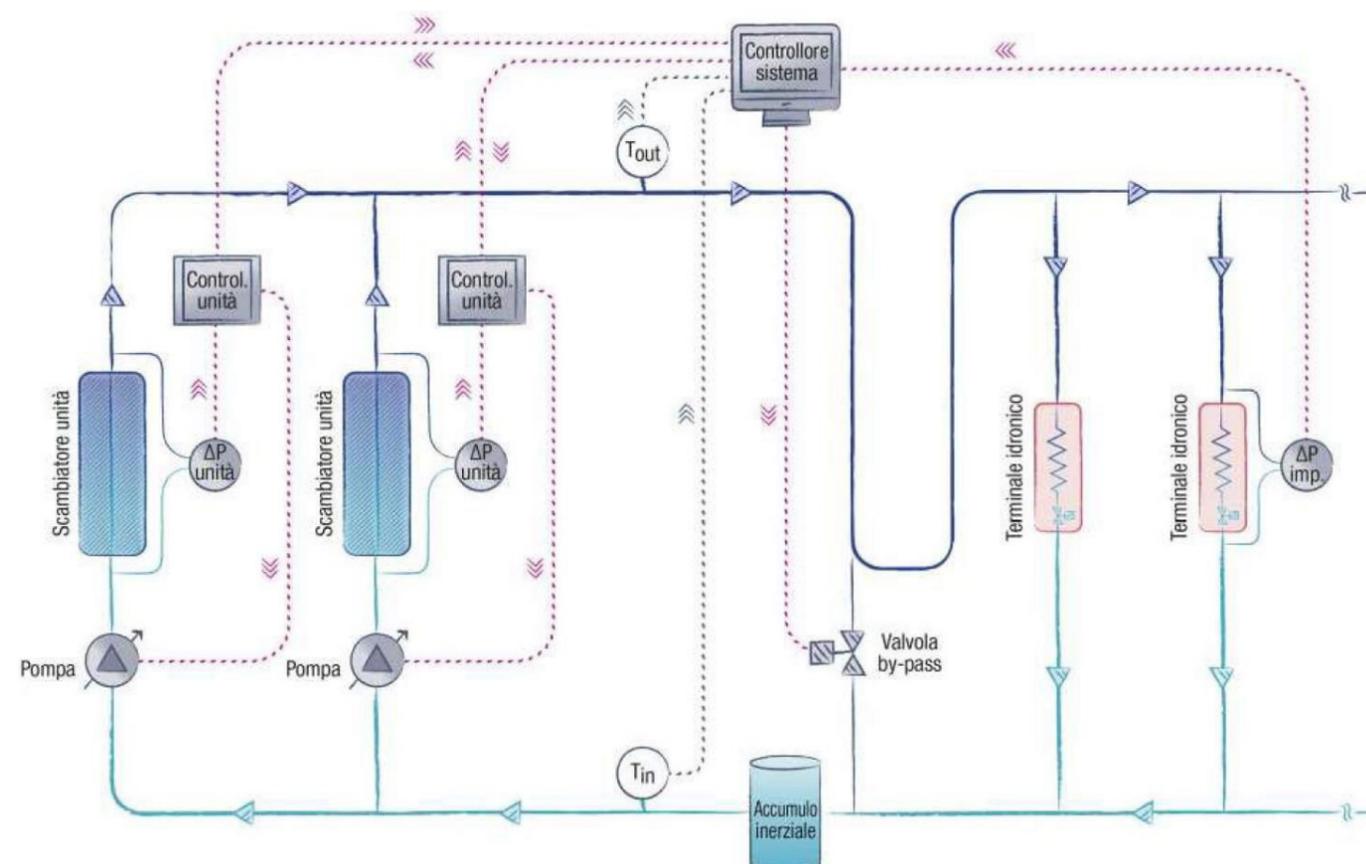
Per la gestione dell'inserimento delle unità in parallelo, ogni unità regola autonomamente la velocità della propria pompa utilizzando le informazioni trasmesse dal sistema di controllo. Al momento dell'accensione di una pompa di una nuova unità, il sistema di controllo calcola la velocità a cui deve essere avviata la nuova pompa per evitare eccessive variazioni di portata

sulle unità già in moto.

Grazie alla soluzione descritta, oltre ad una semplificazione impiantistica e manutentiva notevole, si raggiungono valori di risparmio energetico stagionale nell'ordine del 10-12% rispetto ai più evoluti sistemi con primario a portata costante e secondario a portata variabile.



Distribuzione a soffitto - spazio di distribuzione ed aule scolastiche



Schema impianto a portata variabile con secondario in serie

### 3.6 Sistema di supervisione e controllo

Il sistema di automazione previsto, conforme alla normativa UNI EN 15232 ricade nella Classe A "High Energy Performance" cioè con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto.

#### Supervisione centrale

La supervisione della CT è affidata ad un innovativo sistema di gestione e controllo inteso alla riduzione di guasti e malfunzionamenti, all'innalzamento dei rendimenti energetici ed all'abbattimento dei tempi e costi di manutenzione.

Il sistema si fa carico del controllo delle unità di produzione dell'energia termo-frigorifera, delle pompe e delle valvole di controllo. L'architettura di sistema prevede cinque differenti livelli:

#### 1 - Controllo ed ottimizzazione

Il sistema gestisce l'impianto in regime di massima efficienza sia dal punto di vista della produzione che della distribuzione dell'energia termica e frigorifera, realizzando politiche di risparmio energetico misurabili nel tempo. Mediante il controllo di tutte le apparecchiature e dei principali dispositivi di sistema si mette in atto una gestione avanzata ed efficiente della centrale:

#### 2 - Gestione e monitoraggio

Il sistema si integra con la supervisione generale e può essere gestito da locale o da remoto. L'interfaccia è caratterizzata da semplicità ed intuibilità delle funzioni; tutte le variabili operative sono visualizzabili in tempo reale e riportate su display comunicativi.

#### 3 - Misurazione e verifica delle prestazioni

Il sistema calcola i livelli prestazionali in tempo reale e verifica le efficienze rispetto ai dati teorici. Vengono calcolate: efficienza, valutazioni economiche dei costi operativi e misurate le emissioni di CO<sup>2</sup>.

#### 4 - Manutenzione e diagnostica

Il controllore mantiene i livelli di efficienza previsti da progetto anche dopo molte ore di funzionamento. Sulla base delle analisi tra dati reali e dati di progetto, nonché del loro andamento, questo modulo permette l'individuazione di malfunzionamenti e condizioni che possono alterare le prestazioni prima che si verifichino, passando da logiche di manutenzione programmata a logiche di manutenzione predittiva.

#### 5 - Energy report reporting e chart building

La grande mole di dati acquisiti è immediatamente accessibile e facile da utilizzare dall'utente. Questo strumento consente di interpretare dati complessi in informazioni utili ed immediate, indispensabili per effettuare scelte consapevoli sulla base delle reali condizioni di lavoro degli impianti.

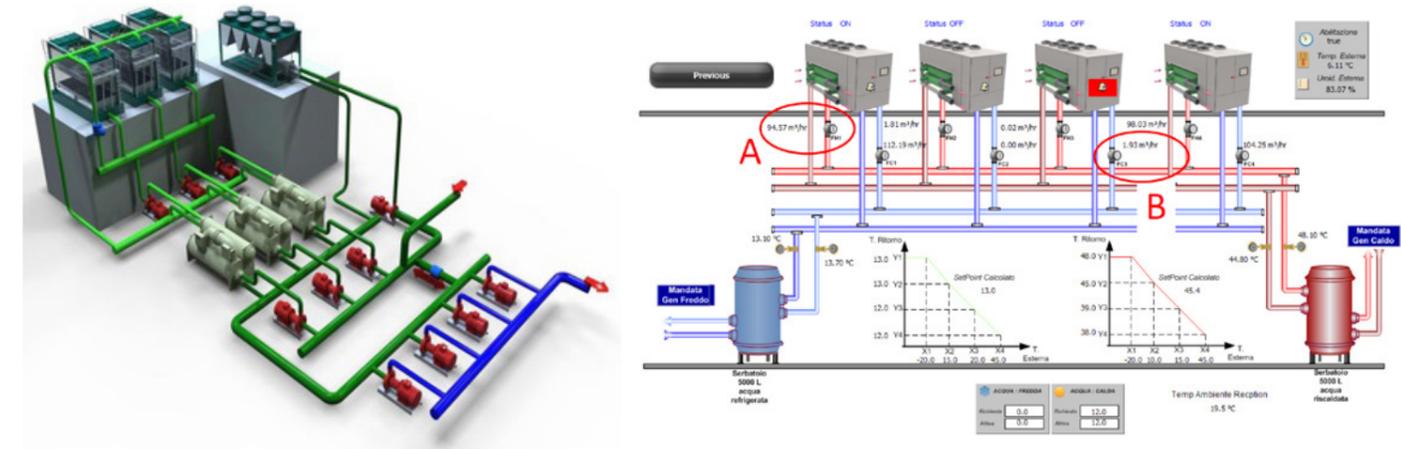
#### Supervisione di edificio

Il sistema di supervisione raccoglie le informazioni di tutti i regolatori di zona e permette di gestire gli impianti meccanici, elettrici e speciali con un'unica interfaccia utente (accessibile da qualsiasi presa dati) fornendo all'operatore tutti i parametri di funzionamento delle macchine per la loro riconfigurazione.

Il sistema crea anche un database unico delle apparecchiature (ore di funzionamento, storici allarmi, dati, ecc..) per l'efficiente manutenzione dell'edificio. In caso di guasto al sistema supervisore, ogni sottosistema continuerà a funzionare regolarmente mediante i regolatori di zona. Il sistema prevede avanzate funzioni di automazione ed una precisa supervisione da parte del personale preposto alla manutenzione ed alla sorveglianza.



#### Definizione delle classi di prestazione secondo la UNI EN 15232



#### Rappresentazione grafica intuitiva



#### Verifica delle prestazioni



#### Manutenzione e diagnostica

	Heat Coil			Airco Coil			
	Current	Prevald	Variaz	Current	Prevald	Variaz	
<b>1. Rapporto Impianti</b>							
Produzione Raff tot	[kWh]	435,781	0	0%	435,781	0	0%
Produzione Capacità tot	[kWh]	435,781	0	0%	435,781	0	0%
Elettricità tot Consumata	[kWh]	133,551	0	0%	133,554	0	0%
Costo Elettrico tot	[Euro]	2,021	0	0%	2,021	0	0%
Media Efficienza Imp		4.5	0.0	0%	4.5	0.0	0%
Energia Gratta Pom		0	0	0%	0	0	0%
Costo Specifico Energia	[kWh]	0.5	0.0	0.0%	0.5	0.0	0.0%
CO2	[kgCO2/kWh]	278,416	0	0%	278,416	0	0%
Min/Max Temperatura Esterna	[°C]	9.7/32	25/25	0%	9.7/32	0/0	0%
<b>2. Rapporto Unità</b>							
Elettricità tot Consumata	[kWh]	130,267	0	0%	130,267	0	0%
Costo Elettrico tot	[Euro]	1,973	0	0%	1,973	0	0%
Tem funz	[Ore]	1,230	0	0%	1,230	0	0%
Energia Gratta Pom		0	0	0%	0	0	0%
<b>3. Rapporto Pompa</b>							
Elettricità tot Consumata	[kWh]	3,285	0	0%	3,287	0	0%
Costo Elettrico tot	[Euro]	48	0	0%	48	0	0%
Elettricità consumi (primario)	[kWh]	3,285	0	0%	3,287	0	0%
Costo elettrico (primario)	[Euro]	48	0	0%	48	0	0%
Elettricità consumi (secondario)	[kWh]	0	0	0%	0	0	0%
Costo elettrico (secondario)	[Euro]	0	0	0%	0	0	0%
<b>4. Rapporto Apparecchiature</b>							
Elettricità tot Consumata	[kWh]	0	0	0%	0	0	0%
Costo Elettrico tot	[Euro]	0	0	0%	0	0	0%

Tem Unità Att (MAD)		Tem Unità Att (AAD)	
27%	10%	27%	10%
2%	2%	2%	2%
25%	27%	25%	27%
25%	27%	25%	27%

#### Energy report

### 3.7 La climatizzazione

La climatizzazione dell'edificio è affidata essenzialmente a sistemi radianti a pavimento, abbinati al sistema di filtrazione e ricambio dell'aria (aria primaria).

L'impianto radiante è deputato alla gestione dei carichi sensibili mentre all'impianto aeraulico è affidato il compito del controllo termo-igrometrico interno.

I volumi di ricambio dell'aria sono desunti dalla normativa UNI 10339 e controllati a mezzo di sonde di qualità dell'aria (IAQ – Indoor Air Quality) in modo da adattarli al reale affollamento ed inquinamento interno dei locali. I sistemi idronici sono alimentati con distribuzione a quattro tubi e valvole di distribuzione ai terminali del tipo a sei vie del tipo indipendente dalla pressione.

#### Regolazione ambiente con sistema a 4 tubi e valvole a 6 vie

Con questo sistema ogni area potrà prelevare acqua calda o refrigerata dalla rete, sulla base dell'effettivo carico termico interno agli ambienti e legato alle condizioni di affollamento ed all'orientamento (fattori di esposizione solare).

Le funzioni garantite dal sistema sono le seguenti:

- bilanciamento dinamico della portata di acqua in ogni condizione di carico;
- sfruttamento dell'efficienza energetica del circuito idronico a portata variabile;
- gestione della climatizzazione estiva con controllo del punto di rugiada;
- blocco impianto in caso di apertura di finestre;
- funzionamento con sensori di presenza.

Ogni area è contabilizzata in modo indipendente con sistemi conformi alla normativa MID (Measuring Instruments Directive 2014/32/UE).

E' così possibile monitorare i consumi delle singole zone funzionali, ripartirne gli eventuali costi tra gli utilizzatori e monitorare i consumi nel corso degli anni, individuando così eventuali anomalie funzionali.

#### Salubrità impianto aeraulico

Al fine di garantire condizioni igieniche elevate all'impianto aeraulico è prevista una strategia progettuale specifica che si avvale di tecnologie all'avanguardia, certificate, intese alla pulizia e sanificazione continua dei componenti critici del sistema ossia le unità di trattamento aria (punti critici: sezioni di recupero termico, batterie di scambio termico, sezioni di umidificazione, bacinelle di raccolta delle condense, separatori di gocce) e le condotte di distribuzione (punti critici: curve, riduzioni, diramazioni). Inoltre è previsto l'utilizzo di condotte aria in pannello sandwich prefabbricato con trattamento interno autopulente e antimicrobico.

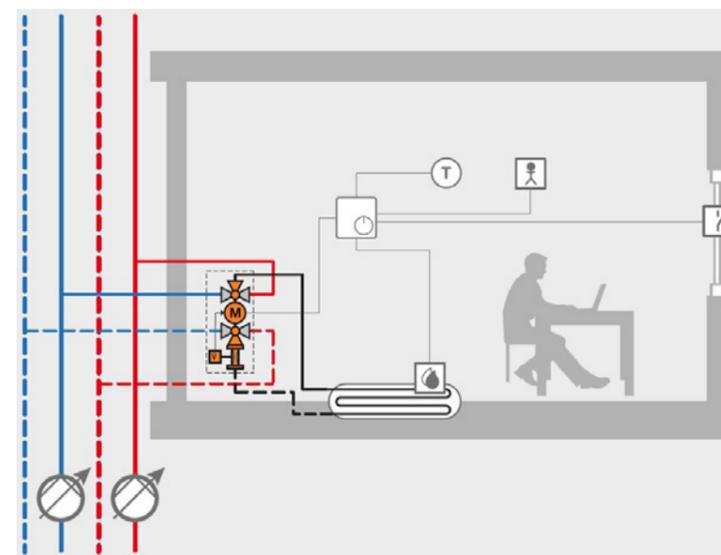
#### Sanificazione a ionizzazione

La tecnologia proposta si basa sul processo di ionizzazione per impatto o collisione tra particelle veloci energizzate da un campo elettrico oscillante.

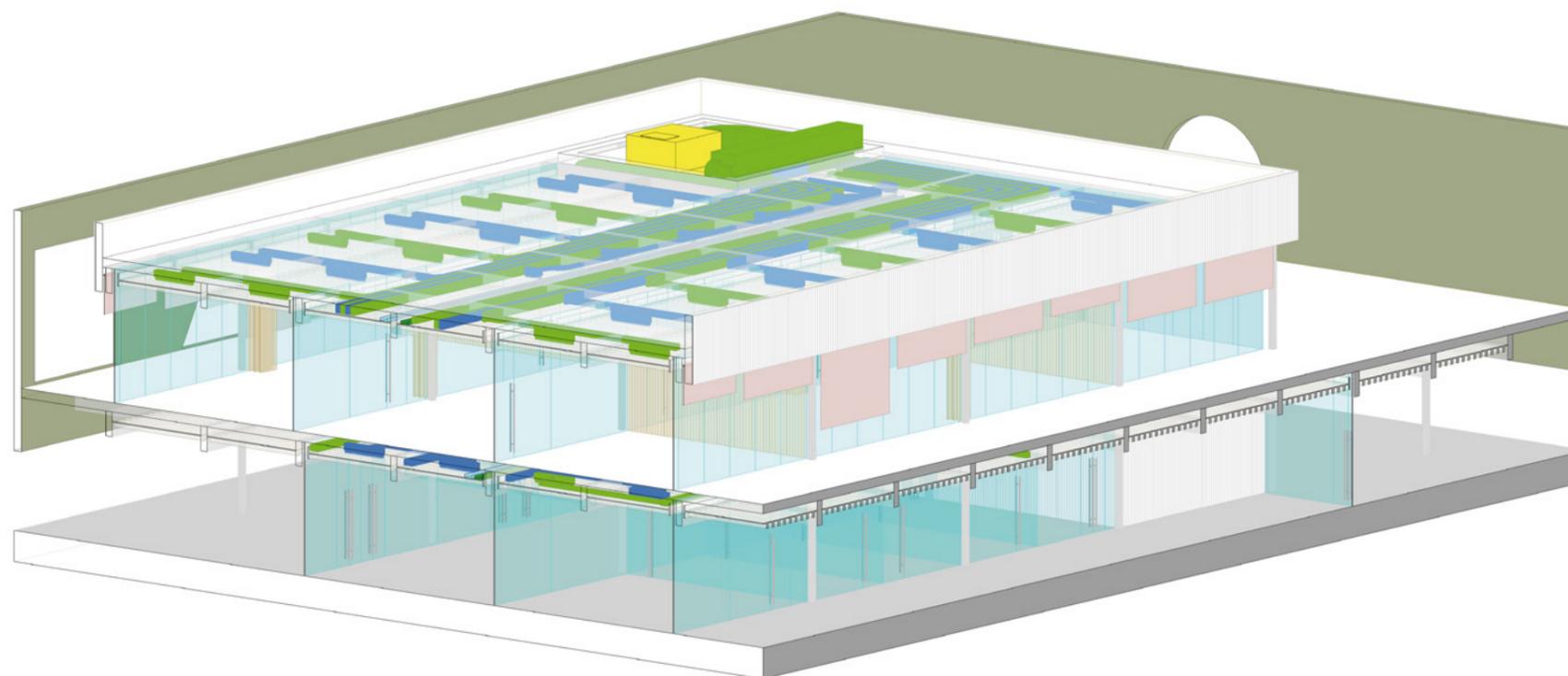
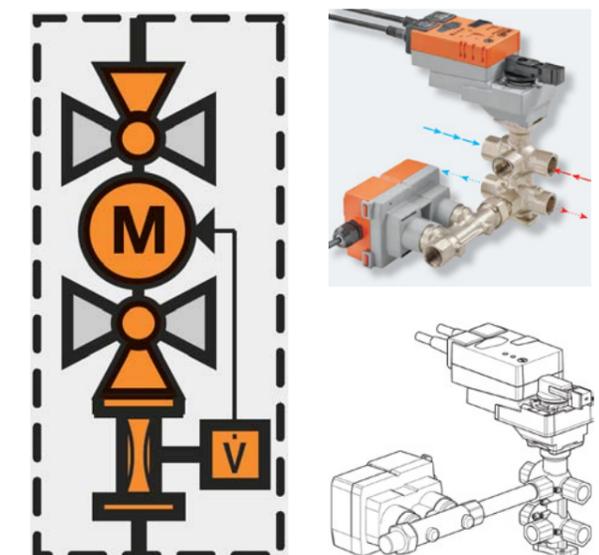
Gli ioni attivi così generati sono in grado di rompere i legami chimici riducendoli ad elementi base. Il fenomeno innesca reazioni di ossidoriduzione sui composti organici volatili e rende inattivi i microrganismi danneggiando la loro membrana cellulare, riducendo quindi gli inquinanti presenti nell'aria.

#### Condotte autopulenti antimicrobiche

Per la costruzione delle condotte dell'aria il progetto prevede l'utilizzo di pannelli con speciale trattamento (coating nanostrutturato a base di vetro liquido) ad effetto loto, in grado di ridurre i possibili accumuli di polvere e particolato solido e con effetto antimicrobico certificato.



#### Regolazione ambiente con sistema a 4 tubi e valvole a 6 vie



Spaccato assometrico del modello BIM corpo aule e uffici docenza

### 3.8 Impianti elettrici - criteri progettuali

Il progetto degli impianti elettrici e speciali sarà basato sui principi di sostenibilità - unendo soluzioni a basso consumo e alto rendimento al reperimento di energia da fonti rinnovabili - e manutenibilità del sistema edificio/impianto.

Verrà, come detto, fortemente promossa la gestione e la misurazione dei consumi tramite sistemi intelligenti, in grado di ottimizzare i consumi ma anche di mostrare agli utenti quali componenti consumino di più e come si possano rendere le abitudini di ognuno meno impattanti dal punto di vista energetico.

Gli aspetti prestazionali dovranno riguardare sia l'intero sistema che ogni singolo componente, mirando ad obiettivi concreti, al fine di:

- Garantire la massima funzionalità dei sistemi, sia in termini di affidabilità e quindi longevità di servizio, nonché in termini di flessibilità per garantire la massima fruibilità da parte dell'utente finale;

- Suddividere gli impianti non solo per categoria ma anche per moduli, gestendo aree fisiche e logiche in maniera interconnessa ma indipendente per concedere la possibilità di eventuali espansioni o modifiche agli impianti senza intaccare la funzionalità di diverse aree;

- Automatizzare e funzioni per consentire all'utente il massimo del comfort anche grazie tramite una gestione della luce in maniera dinamica legata all'esposizione dell'ambiente, al clima giornaliero ed al momento della giornata, consentendo un notevole risparmio anche in termini energetici;

- Rendere la gestione delle aree intuitive sia per l'utente occasionale con un determinato livello di fruibilità dei sistemi che al gestore e manutentore per avere il completo controllo dei sistemi sia hardware che software;

- Impiegare fonti energetiche rinnovabili, in particolar modo di un impianto fotovoltaico ad alta efficienza caratterizzato da tecnologie che riducano al minimo le attività manutentivo;

- Controllare i dati necessari per la supervisione delle strutture anche da remoto, tramite l'impiego di terminali mobili e webserver dedicati analizzando le situazioni, gestendo scenari e monitorando i consumi.

#### **Sistema di supervisione**

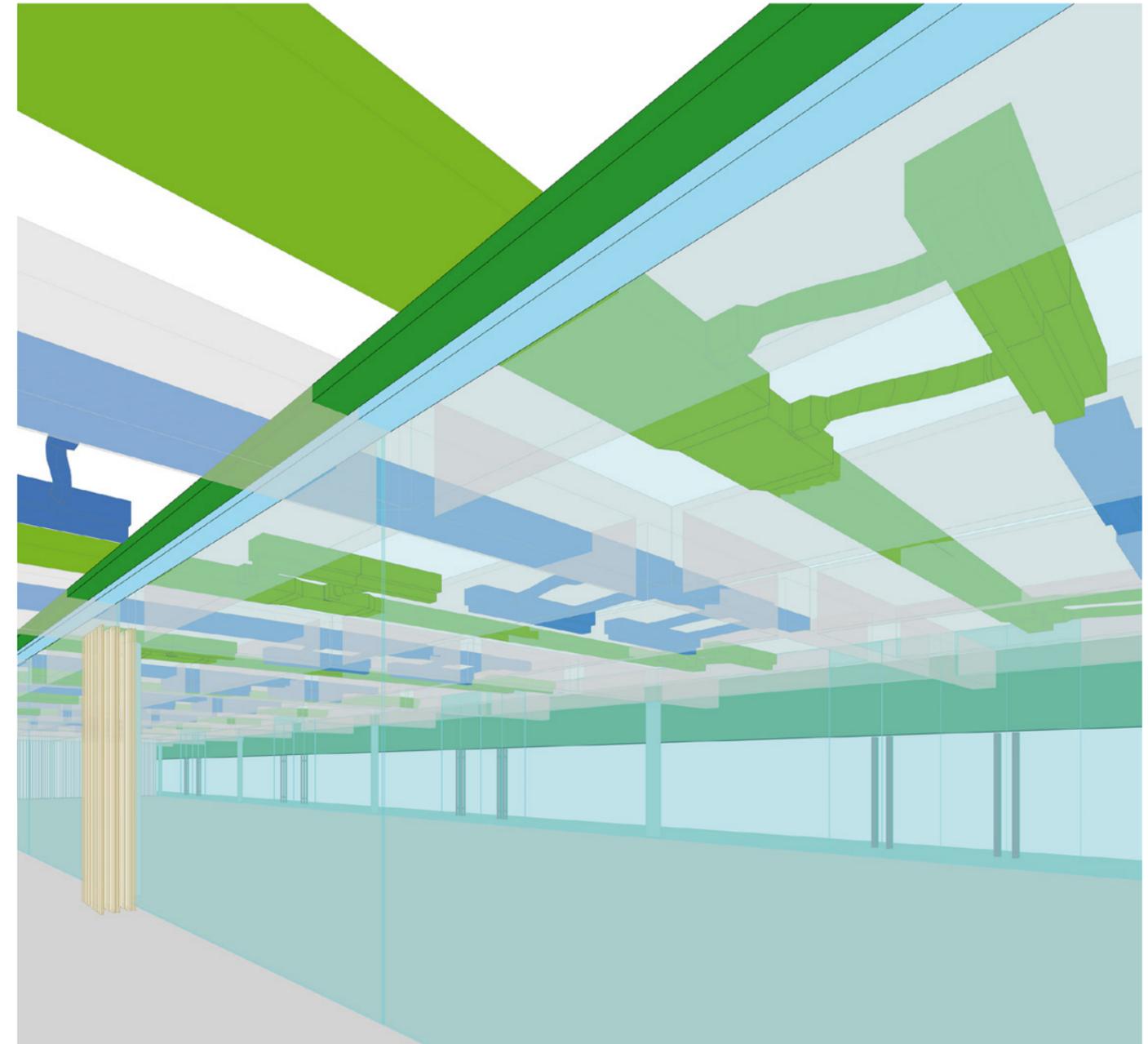
Verrà previsto un sistema supervisione conforme alla normativa UNI EN 15232.

Il sistema consentirà il controllo e la gestione delle apparecchiature inerenti

l'impianto elettrico e gli impianti speciali.

Sarà possibile comandare attraverso opportuni comandi, l'esecuzione di determinate attività, grazie anche all'impiego di scenari preimpostati.

Esempio di distribuzione a soffitto dell'impiantistica nei corpi dei laboratori e della sala conferenze



### 3.9 Impianti elettrici - distribuzione e generazione dell'energia

Si prevede di realizzare più forniture di energia, con misuratori separati, per ogni tipologia di utenza (scuola, refettorio, palestra, biblioteca e auditorium oltre ad una fornitura dedicata per le utenze comuni quali gli spazi condivisi, gli impianti aeraulici, l'impianto fotovoltaico e le eventuali colonnine per la ricarica di veicoli elettrici.

La distribuzione sarà del tipo con struttura radiale a stella per minimizzare le interferenze e massimizzare la flessibilità degli impianti.

Verranno installati opportuni apparecchi per la misurazione dell'energia istantanea in grado di tenere monitorato l'andamento dei consumi e della produzione di energia soprattutto per quelle destinazioni d'uso con utenze differenti lungo l'arco della giornata.

Si prevede la realizzazione di una cabina di MT posizionata ed integrata nel disegno del parco nelle immediate vicinanze dell'edificio scolastico.

#### Produzione di energia

In copertura saranno disposti pannelli fotovoltaici ad alto rendimento in quantità sufficiente a coprire in 65% del fabbisogno annuale dell'edificio -circa 200 kW di picco-

Verranno impiegati inverter ad altissima efficienza per ottimizzare la produzione di energia. I valori saranno disponibili su supporti smart per il controllo, la supervisione e la gestione dell'impianto al fine di curarne l'andamento e la manutenzione.

Sarà posizionato nelle zone comuni un display che indichi in tempo reale quale percentuale di energia da fonte rinnovabile è utilizzato dall'edificio.

#### Illuminazione dinamica

Sarà previsto un sistema automatizzato per l'illuminazione dinamica che consenta l'accensione e lo spegnimento automatici tramite sensori di movimento e di presenza.

Tali sensori saranno in grado di rilevare il contributo di luce naturale data dalle aperture verso l'esterno. Il sistema di illuminazione sarà del tipo DALI e si potranno suddividere le zone con scenari dedicati. Si posizioneranno dei display nelle aule in modo da dare la possibilità ad insegnanti e studenti di controllare temperatura e luce.

#### Impianto rete dati, audio e video

Si prevederà una fornitura in fibra a tutte le strutture del complesso. Ciò permetterà l'impiego di apparecchiature specifiche per la trasmissione di dati, fonìa, immagini e video in altissima definizione nonché tutti i contributi audio. Impianti di diffusione sonora e la riproduzione di video di derivazione dal Digitale Terrestre, Satellitare e TV over ip saranno previsti negli ambienti di riunione od aggregazione.

#### Impianti di sicurezza - Safety e security

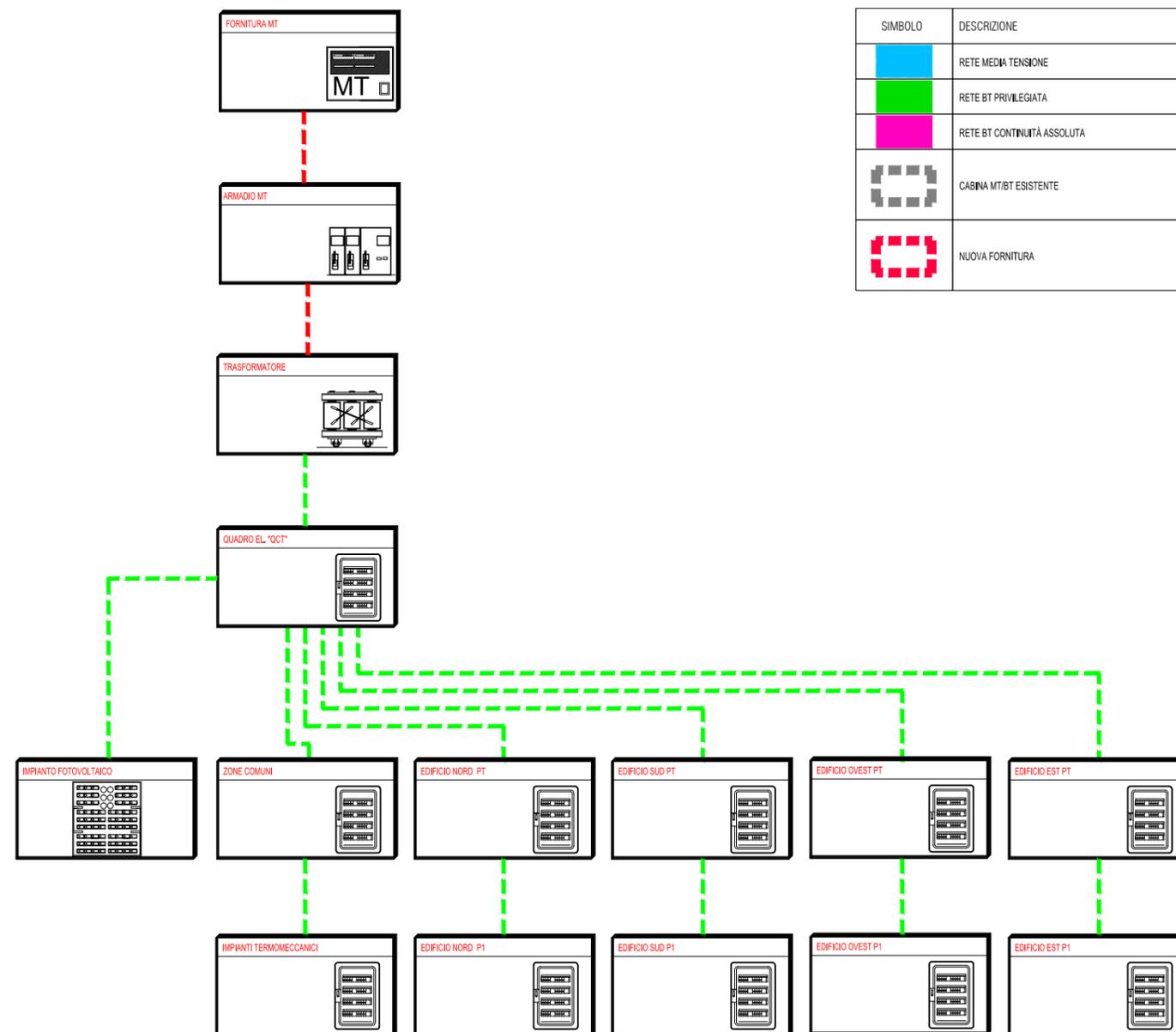
La sicurezza sarà intesa come safety, ovvero tramite sistemi per la riduzione dei rischi ed incidenti, anche grazie l'impiego di impianto di evacuazione sonora impiegata anche come strumento per le comunicazioni ordinarie. Tale impianto sarà affiancato da un sistema di rivelazione fumi automatico in grado di rilevare con tempestività

eventuali situazioni critiche.

La sicurezza intesa invece come security, ovvero l'attuazione di misure preventive contro eventuali attacchi, verrà affidata ad un sistema di videosorveglianza a circuito chiuso in grado di riconoscere eventuali accessi non consentiti. Un sistema automatico per la gestione dei varchi di accessi sarà disponibile lungo il perimetro di accesso alla struttura.

Il sistema di videosorveglianza sarà coordinato con un impianto antintrusione mirato al controllo delle aree esterne ed aree interne, affidandosi a barriere a doppia tecnologia infrarossi e microonde per la copertura totale degli accessi.

Schema a blocchi di progetto



### 3.10 Invarianza idraulica e drenaggio urbano sostenibile

Le principali criticità dei sistemi di drenaggio urbano scaturiscono dalla generalizzata insufficienza delle reti fognarie esistenti conseguente alla progressiva impermeabilizzazione delle aree urbane.

Le fondamentali soluzioni per mitigare suddetti fenomeni consistono nella riduzione degli apporti in rete di acque meteoriche pulite e nella laminazione delle stesse.

#### Invarianza idraulica

Sulla base di quanto espresso dal Regolamento Regionale 7/2017 entrato in vigore nella data del 28/11/2017, l'area oggetto di intervento risulta classificata nella categoria A (ad alta criticità idraulica) con un coefficiente di deflusso medio ponderale stimato di 0.65 ed un'estensione complessiva di circa 5 ha richiede, in base alla vigente normativa sopracitata, una procedura dettagliata ai fini del calcolo del volume di invaso richiesto per rispettare il criterio di invarianza.

Passaggio fondamentale alla base della valutazione del volume da laminare risulta l'individuazione delle curve segnalatrici, con riferimento, in relazione alla tipologia di intervento, ad un tempo di ritorno di 50 anni.

A tale proposito i dati reperibili dal Portale Idrologico Geografico di Arpa Lombardia consentono una rapida valutazione delle linee segnalatrici.

Si procede dunque all'adozione di un ietogramma di progetto, valutato sulla base dei parametri della curva segnalatrice precedentemente individuati.

L'utilizzo di un metodo di trasformazione afflussi-deflussi consente la valutazione delle portate transienti alla sezione di chiusura, ovvero la determinazione dei volumi di necessaria laminazione per il rispetto del criterio di invarianza idraulica.

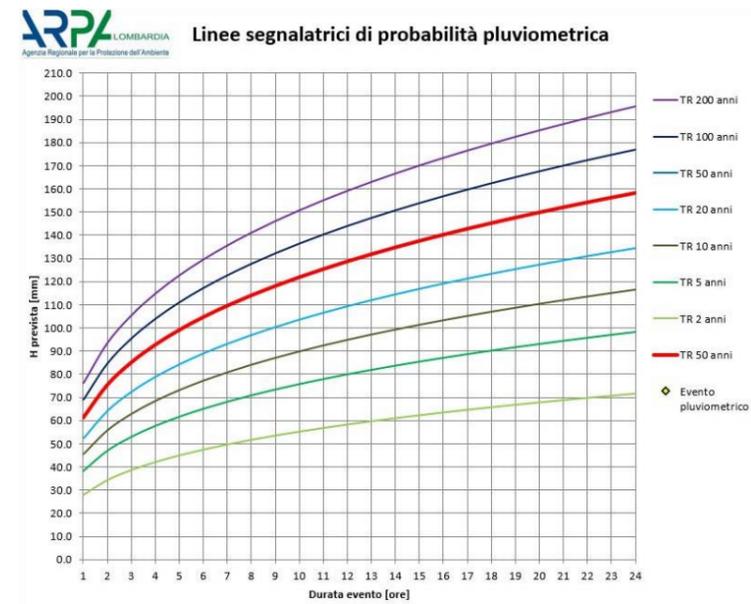
#### Scelta progettuale

Il nuovo approccio ingegneristico, sostenuto anche dalla vigente normativa, incentiva l'impiego dei SuDS, ovvero sistemi urbani di drenaggio sostenibile, in sostituzione o ad integrazione delle più tradizionali metodologie, quali la realizzazione di vasche di laminazione. Nell'ottica di uno sfruttamento mirato e sostenibile degli spazi esterni trovano dunque perfetta applicazione i "rain garden", piccole depressioni nel suolo ricoperte da essenze vegetali autoctone in grado di resistere all'alternanza tra periodi di acqua eccessiva e di sostanziale siccità; questo porta alla riduzione sensibile delle dimensioni dei volumi di invaso artificiali, limita il fenomeno di ruscellamento superficiale, filtraggio naturale delle acque meteoriche.

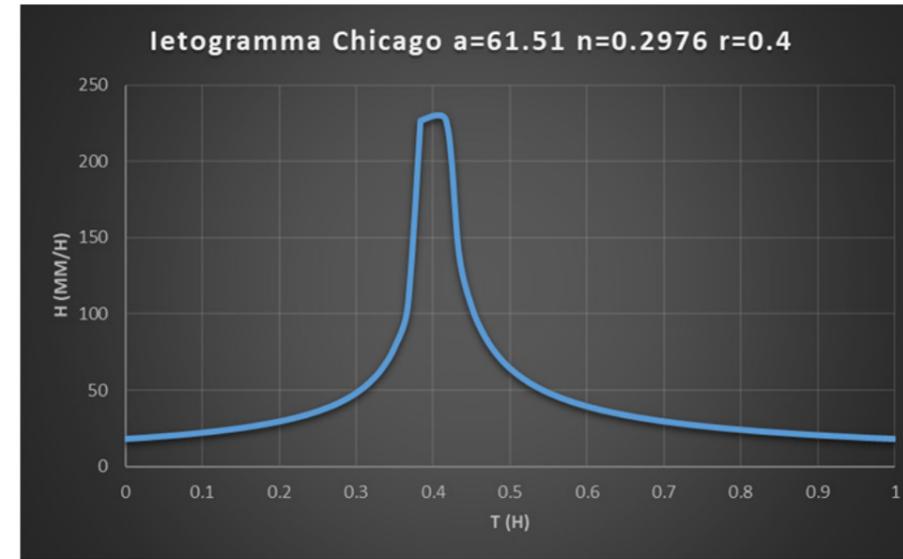
Il cospicuo volume di laminazione richiesto, implica tuttavia la necessità di integrare i sistemi con ulteriori dispo-

sitivi: viene prevista dunque la realizzazione di trincee drenanti, realizzata con la posa di tubazioni forate su in sezioni opportunamente dimensionate ricoperte da uno strato di ghiaia lavata a spigoli arrotondati e confinata da geotessuto per evitare eventuali fenomeni di intasamento della tubazione. Suddette trincee saranno collegati a dei pozzi perdenti in grado di infiltrare le portate in eccesso nel sottosuolo. Il volume di invaso richiesto, depurato della quota parte smaltita attraverso i precedenti sistemi di drenaggio, sarà convogliato in una vasca di laminazione prefabbricata realizzata mediante l'accoppiamento di moduli.

La portata immessa nel recapito sarà regolata tramite una piccola stazione di sollevamento, al fine di consentire una immissione di portata entro i limiti richiesti anche durante gli eventi meteorici più intensi.



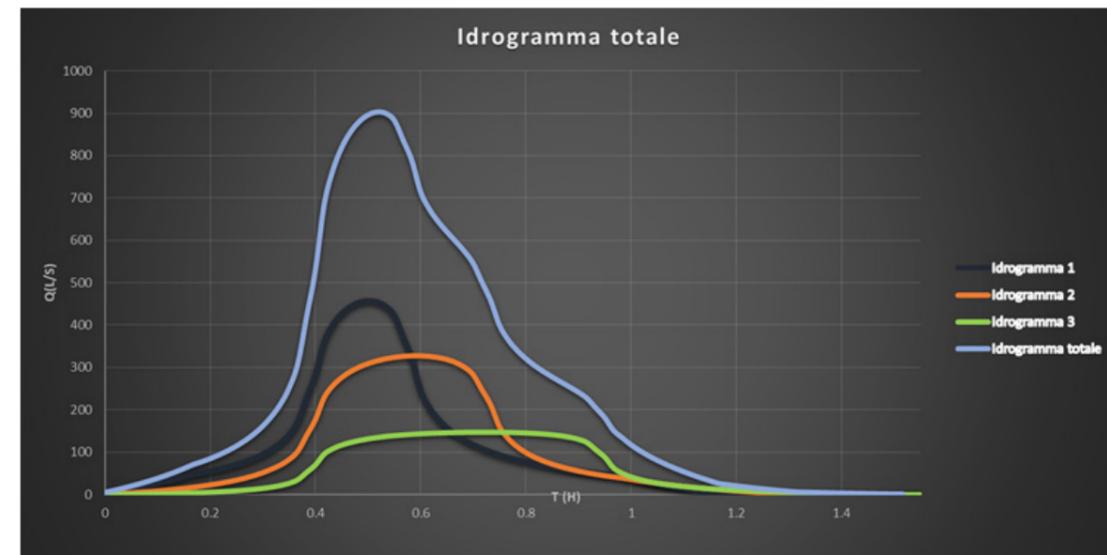
Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



Ietogramma di progetto

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi	
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)

Analisi delle precipitazioni e calcolo dei volumi di laminazione



Idrogramma di progetto

### 3.11 Prevenzione incendi

La progettazione punta alla completa rispondenza delle scelte architettoniche e della strategie antincendio adottate con riferimento alle nuove norme tecniche di prevenzione incendi.

L'attività rientra tra quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del DPR 151/2011 con riferimento all'attività numero 67.4.C dell'Allegato 2 al decreto medesimo.

Relativamente alla conformità alla normativa di prevenzione incendi si sono considerate le condizioni minime analizzando e valutando l'attività soggetta e prendendo come riferimento il Decreto 18 ottobre 2019 " Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139», in particolare si sono poi considerate le disposizioni specifiche da applicare Cap V.7: Attività scolastiche.

L'attività in oggetto è classificata come segue:

- occupanti circa 900 alunni e 60 tra insegnanti e ausiliari per un totale di 960 persone che determina una classificazione OD su di una superficie circa 9.100 mq complessivi;

- classificazione HA determinata dalla massima quota dei piani minore uguale a 12.

#### Compartimenti antincendio

Alla luce delle varie destinazioni d'uso si procederà alla realizzazione di compartimenti separati per ogni singolo corpo (con più compartimenti protetti all'interno del corpo) poiché sono presenti aree classificate come:

**TA:** locali destinati a didattica e spazi comuni;

**TO:** aree con affollamento >100 persone (palestre, sala conferenze - aula magna, mensa);

**TT:** aree con presenza rilevante di apparecchiature elettriche (laboratori informatica ecc...);

I profili di rischio sono così determinati in base alla regola tecnica orizzontale (RTO) e corrispondono a:

**Rvita:** palestra scolastica A1; sala mensa, aula scolastica A2; laboratorio scolastico A3; sala conferenze B2;

**Rbeni:** attività scolastiche 1;

**Rambiente:** non significativo.

#### Resistenza al fuoco delle strutture

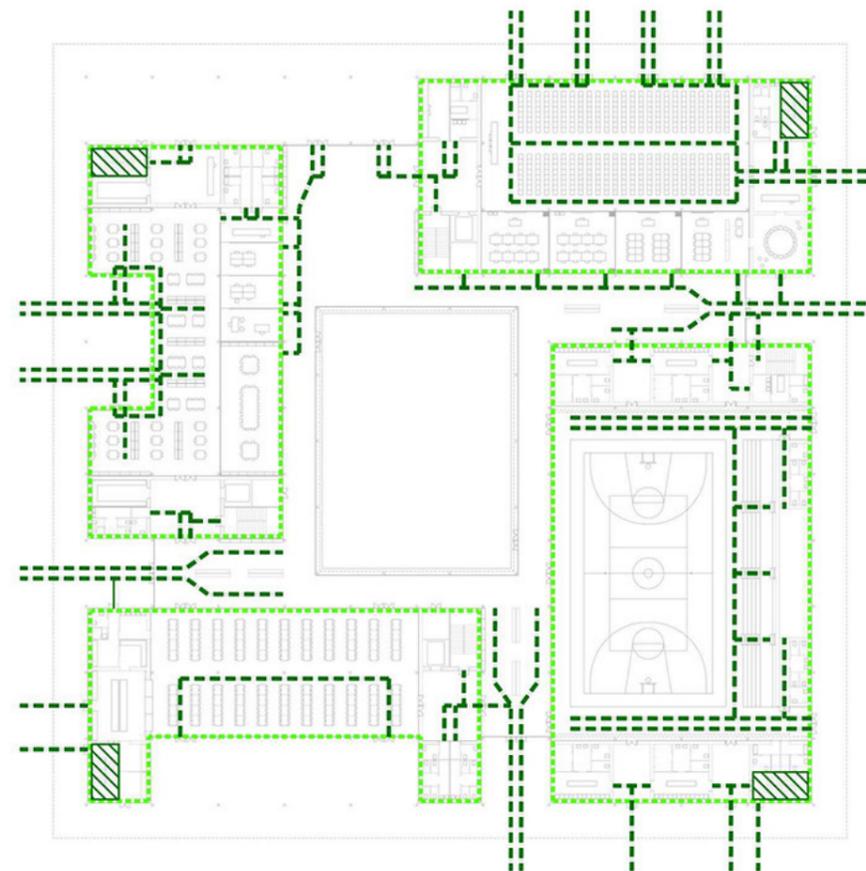
L'analisi è stata condotta su tutte le strategie antincendio ai sensi del DM 3/08/2015, per quanto riguarda la resistenza al fuoco si è valutato un livello di prestazione con resistenza al fuoco minima per le strutture pari almeno ad R30.

#### Vie d'esodo

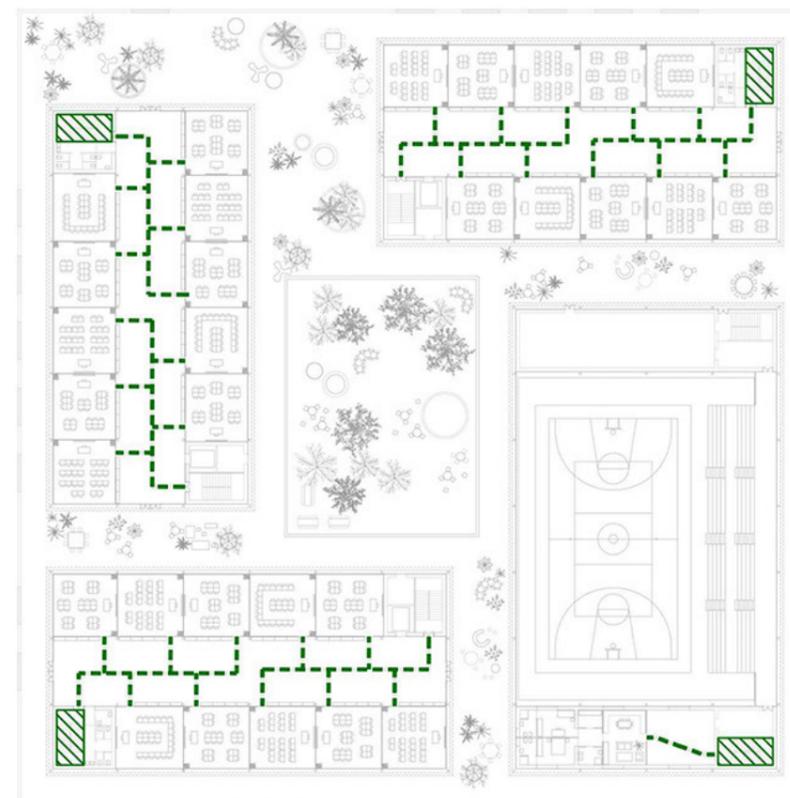
Per quanto attiene l'esodo ogni corpo presenta un numero sufficiente di uscite di sicurezza su spazio scoperto, in relazione alla destinazione d'uso specifica. Le scale di emergenza, di idonea larghezza e a cielo aperto, sono 4 e posizionate agli angoli dell'edificio, grazie al collegamento a cielo aperto del terrazzo superiore si assicura la via di fuga contrapposta.

Per il **controllo dell'incendio** sono previsti estintori, impianto idrico di spegnimento e rivelazione incendi, segnalazione manuale ed allarme incendio con impianto di diffusione sonora. Relativamente al **controllo di fumo e calore** le dotazioni previste sono tali per cui sia possibile smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso e l'esodo degli occupanti.

Tutti gli impianti e le aree a rischio specifico sono in locali idonei in termini di accesso, aerazione e compartimentazione in modo da garantire al massimo la sicurezza degli occupanti.



Compartimenti e vie di esodo - piano terra



Compartimenti e vie di esodo - piano primo

#### LEGENDA

Vie di fuga 

Vano scala aperto - scala di emergenza 

Compartimentazione antincendio porte, pareti e tende tagliafuoco 

L'intervento da sviluppare si trova nel comune di Segrate, in un'area racchiusa da via Lambro e da una zona residenziale.

A livello urbano l'immobile è situato in un contesto fortemente urbanizzato, dove il tessuto costruito circostante è costituito da un insieme eterogeneo di abitazioni private ed impianti sportivi.

Il cantiere in oggetto si prevede sia delimitato da due tipi di recinzioni; lungo il lato stradale (via Lambro) la delimitazione sarà costituita da una recinzione in pannellature cieche adeguatamente segnalate su cui si potrà inserire un'infografica di progetto che racconti i tempi di esecuzione e come saranno quegli spazi una volta completato il cantiere.

Lungo tutto il perimetro restante sarà posata una recinzione dotata di telo antipolvere.

Il cantiere prevede un varco per l'accesso, un percorso interno ed un varco d'uscita.

All'interno saranno disposte aree di carico e scarico materiali, aree per lo stoccaggio dei materiali di nuova fornitura, un'area per lo stoccaggio dei materiali di risulta e un'area di deposito attrezzature.

Al centro del cantiere sarà posizionata una gru a torre con uno sbraccio di 70 m per lo spostamento dei materiali dall'area di stoccaggio all'area di intervento. Viste le dimensioni dell'edificio tale gru verrà supportata da un'autogrù per garantire la totale copertura dell'edificio.

L'area sarà dotata di un box DL posizionato in prossimità dell'accesso del cantiere, un box mensa e un box spogliatoio adibito agli operai.

**Possibili rischi presenti**

Le lavorazioni da attuare nel cantiere in questione comporteranno verosimilmente i sotto elencati rischi:

- Movimentazione di carichi pesanti.
- Caduta dall'alto di persone e/o di attrezzature, materiali, oggetti vari.
- Schiacciamento arti, lesioni, tagli e abrasioni, contusioni
- Elettrocuzione per contatto accidentale con linee elettriche.
- Esposizione a sostanze chimiche per la salute (contatto con cementi e vernici).
- Rumore interno al cantiere e/o verso gli edifici limitrofi. (si raccomanda sempre l'utilizzo di macchinari insonorizzati)
- Vibrazioni.
- Polveri durante i lavori di demolizione interno al cantiere e/o verso gli edifici limitrofi.

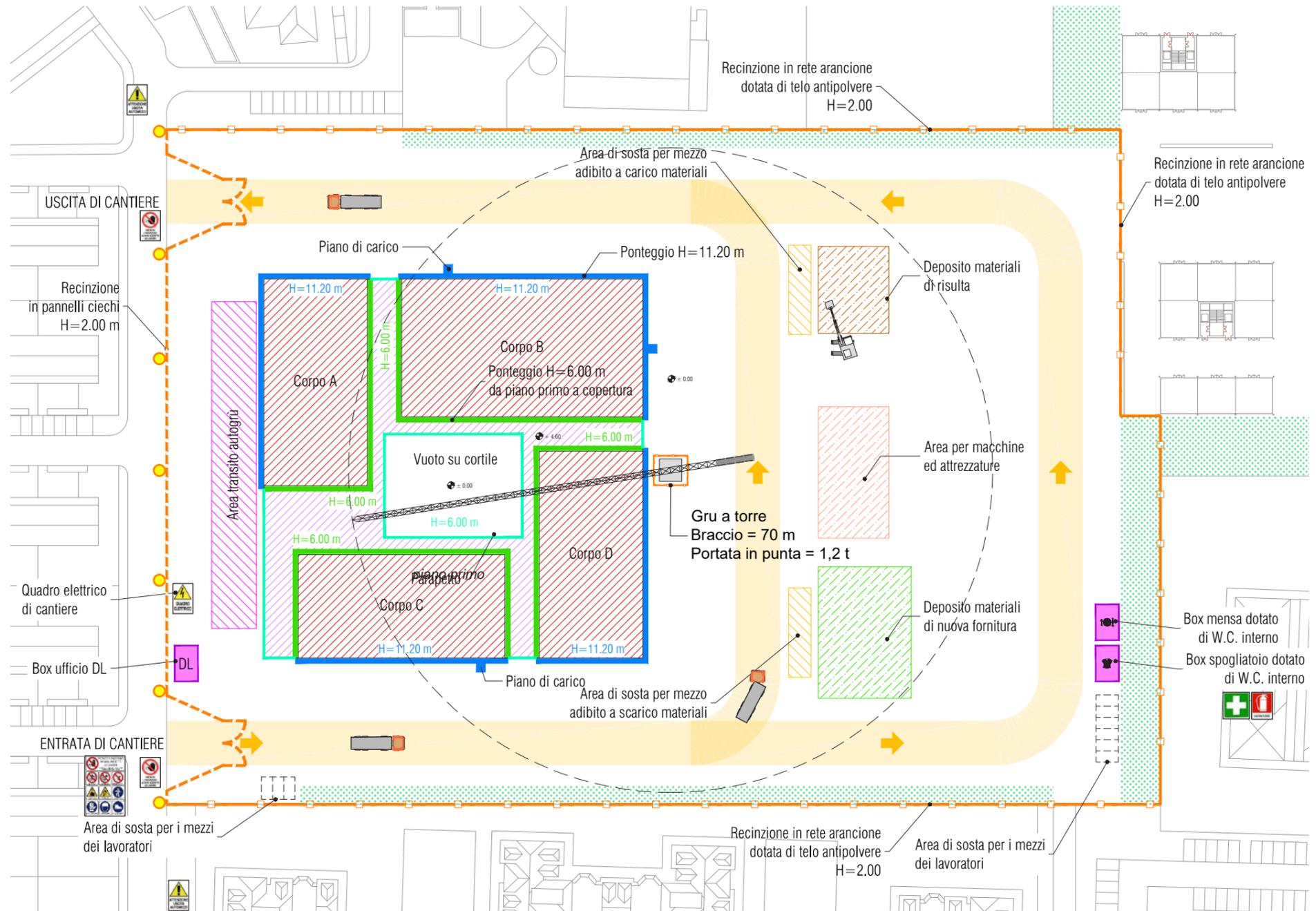
**Possibili interferenze**

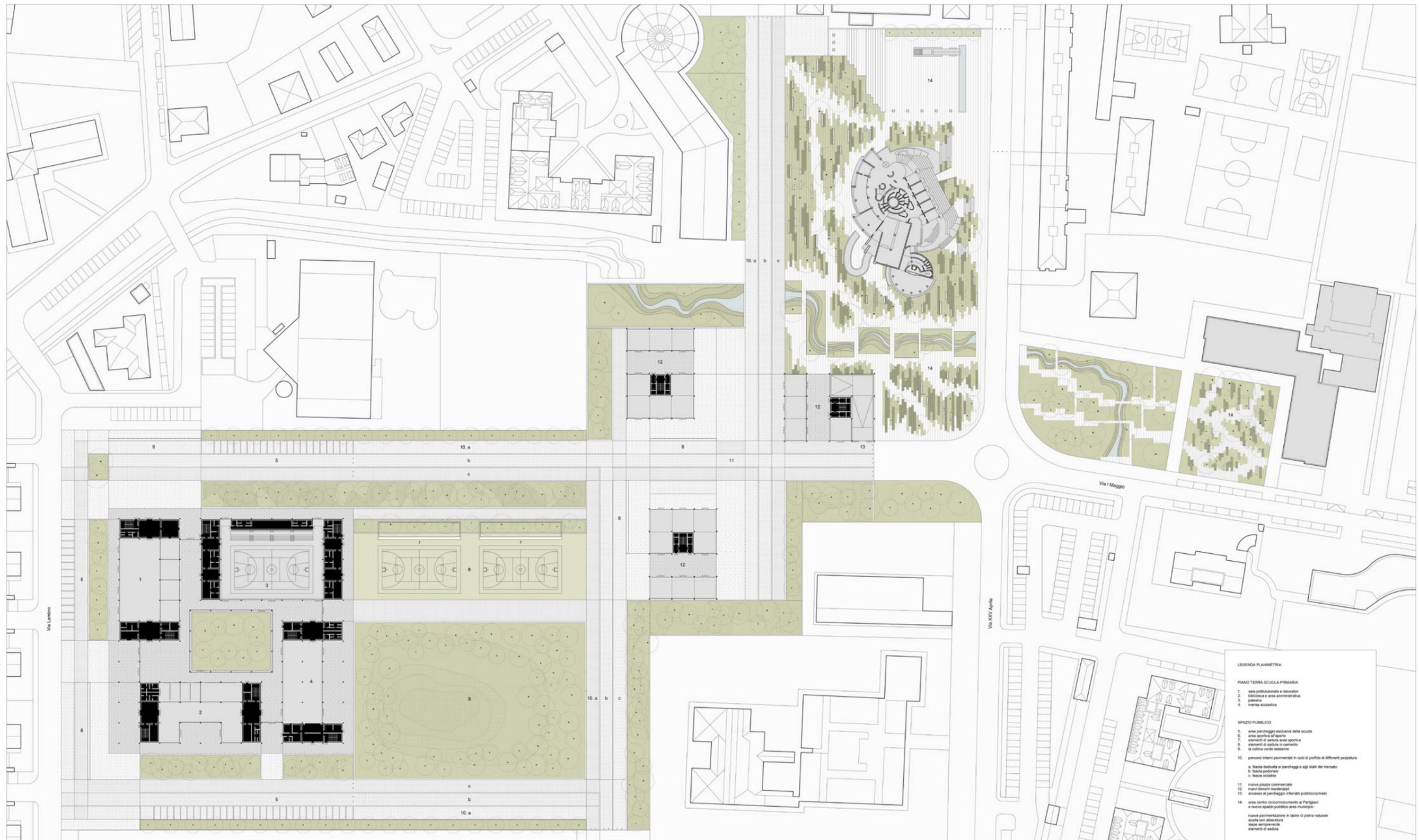
I rischi di interferenza con l'ambiente esterno individuabili in questa fase sono riconducibili ad i seguenti fattori:

- presenza di traffico pedonale e veicolare in corrispondenza al cancello di entrata uscita del cantiere;
- presenza di traffico pedonale e veicolare in prossimità del cantiere
- presenza di sottoservizi.

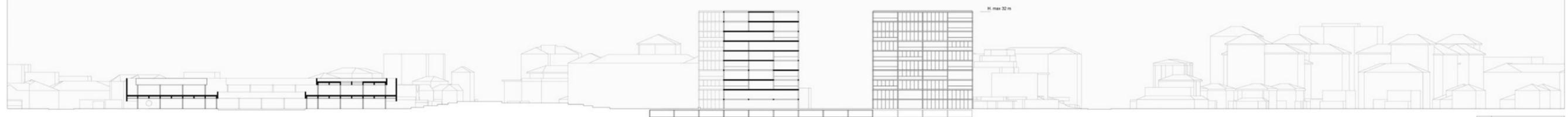
**Tempi di esecuzione**

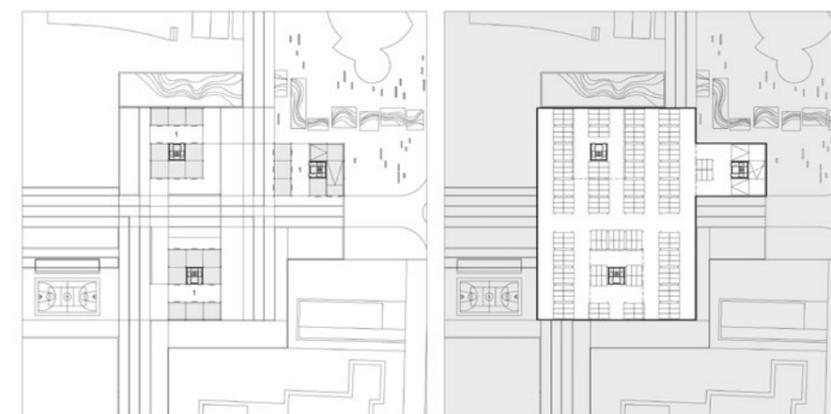
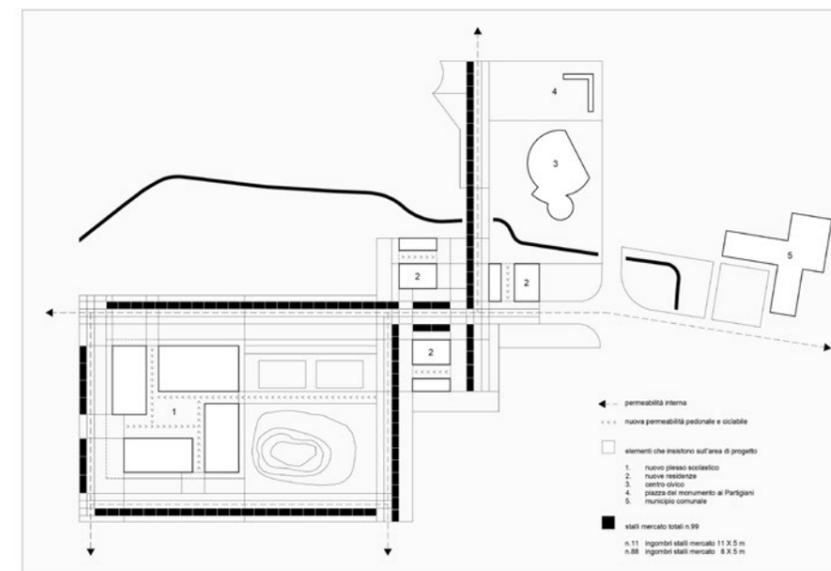
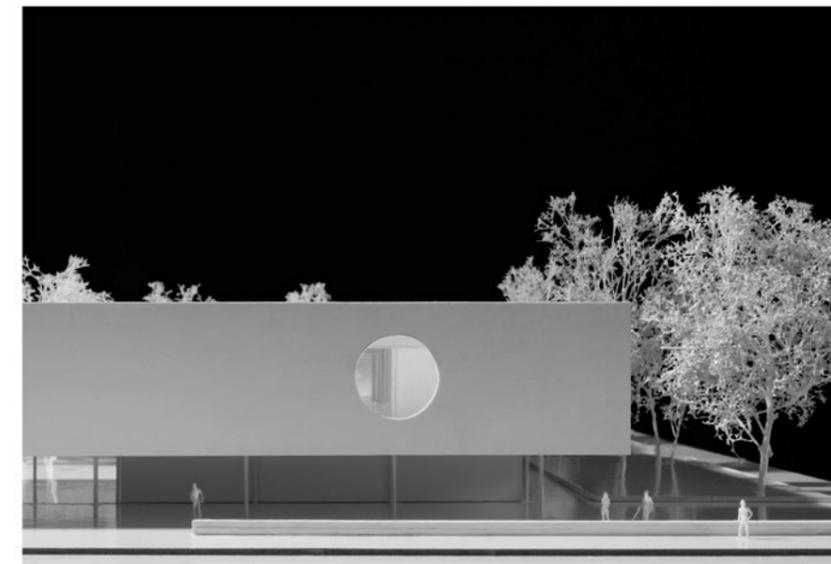
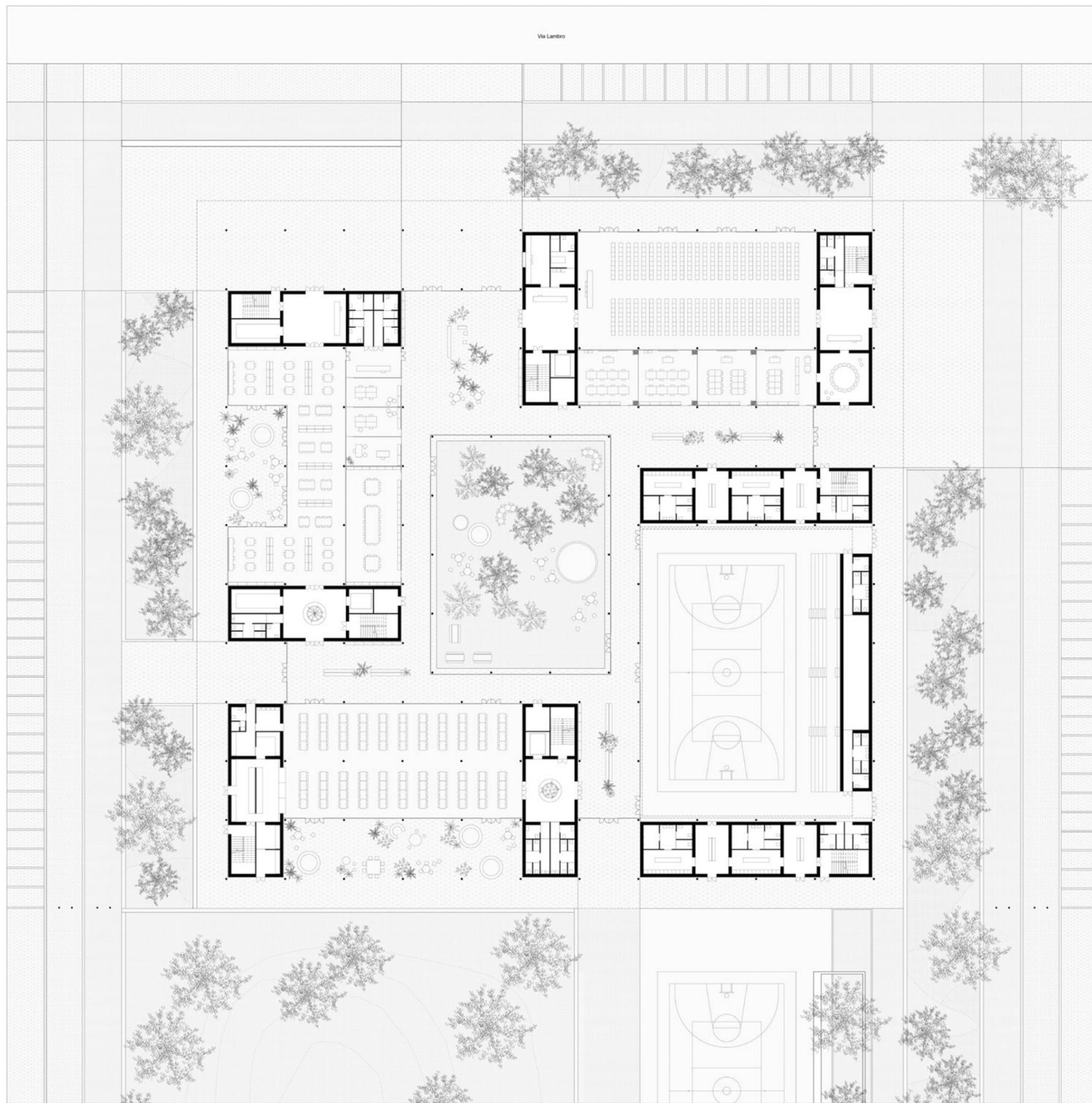
Per gli interventi previsti si prevede una durata complessiva di 780 giorni lavorativi.





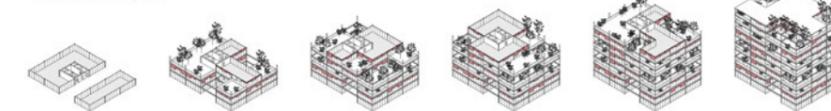
- LEGENDA PLANIMETRIA**
- PIANO TERRA SCUOLA PRIMARIA**
1. sala polifunzionale e laboratori
  2. biblioteca e area amministrativa
  3. palestra
  4. mensa scolastica
- SPAZIO PUBBLICO**
5. area parcheggio esclusiva della scuola
  6. area sportiva all'aperto
  7. elementi di seduta area sportiva
  8. elementi di seduta in cemento
  9. la coltura verde esistente
  10. percorsi interni pavimentati in subdi profilo di differenti peggiorature
    - a. fascia dedicata al parcheggio e agli stadi del mercato
    - b. fascia pedonale
    - c. fascia ciclabile
  11. nuova piazza commerciale
  12. nuovi disegni residenziali
  13. accesso al parcheggio interno pubblico/privato
  14. area centro civico/monumento al Partigiano e nuovo spazio pubblico area municipio
- nuova pavimentazione in lastre di pietra naturale**  
**stadio con alluvatura**  
**stadio sempreverde**  
**elementi di seduta**

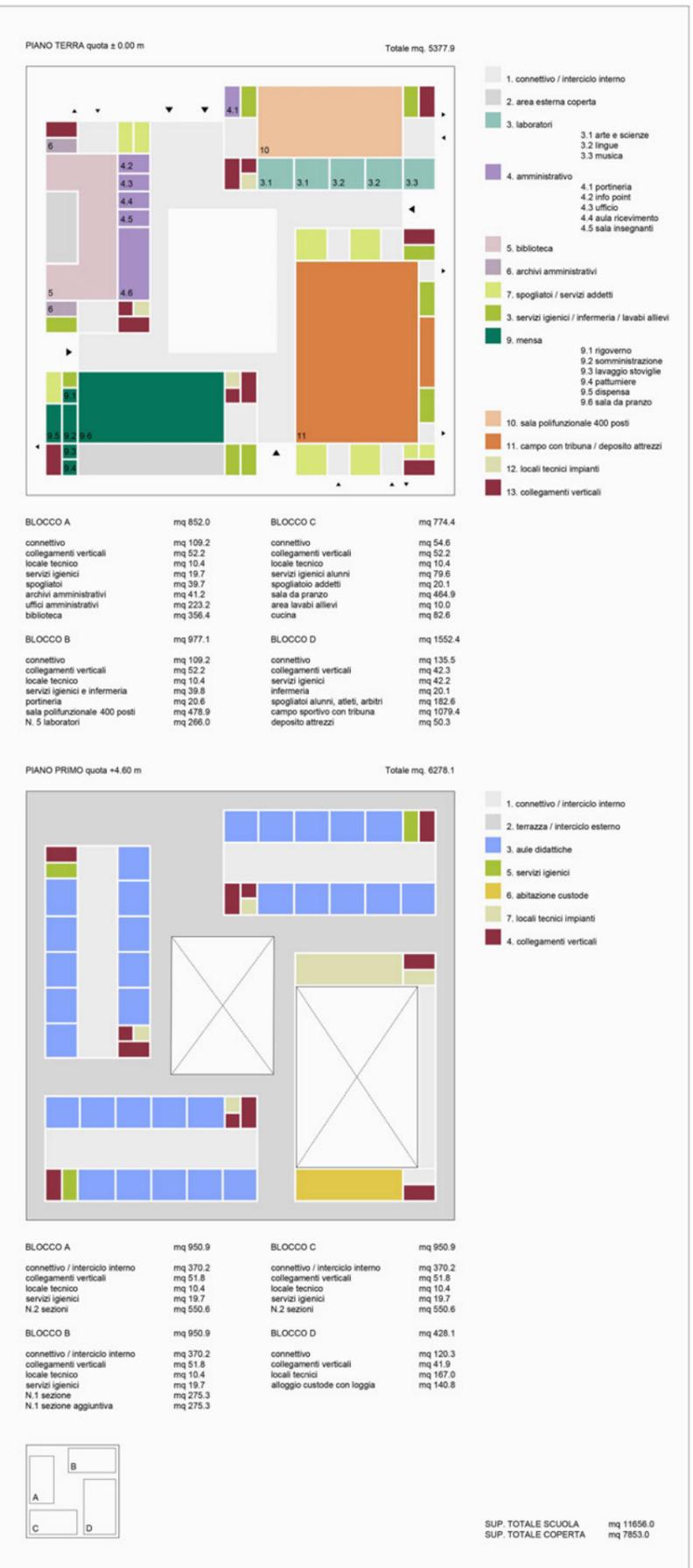
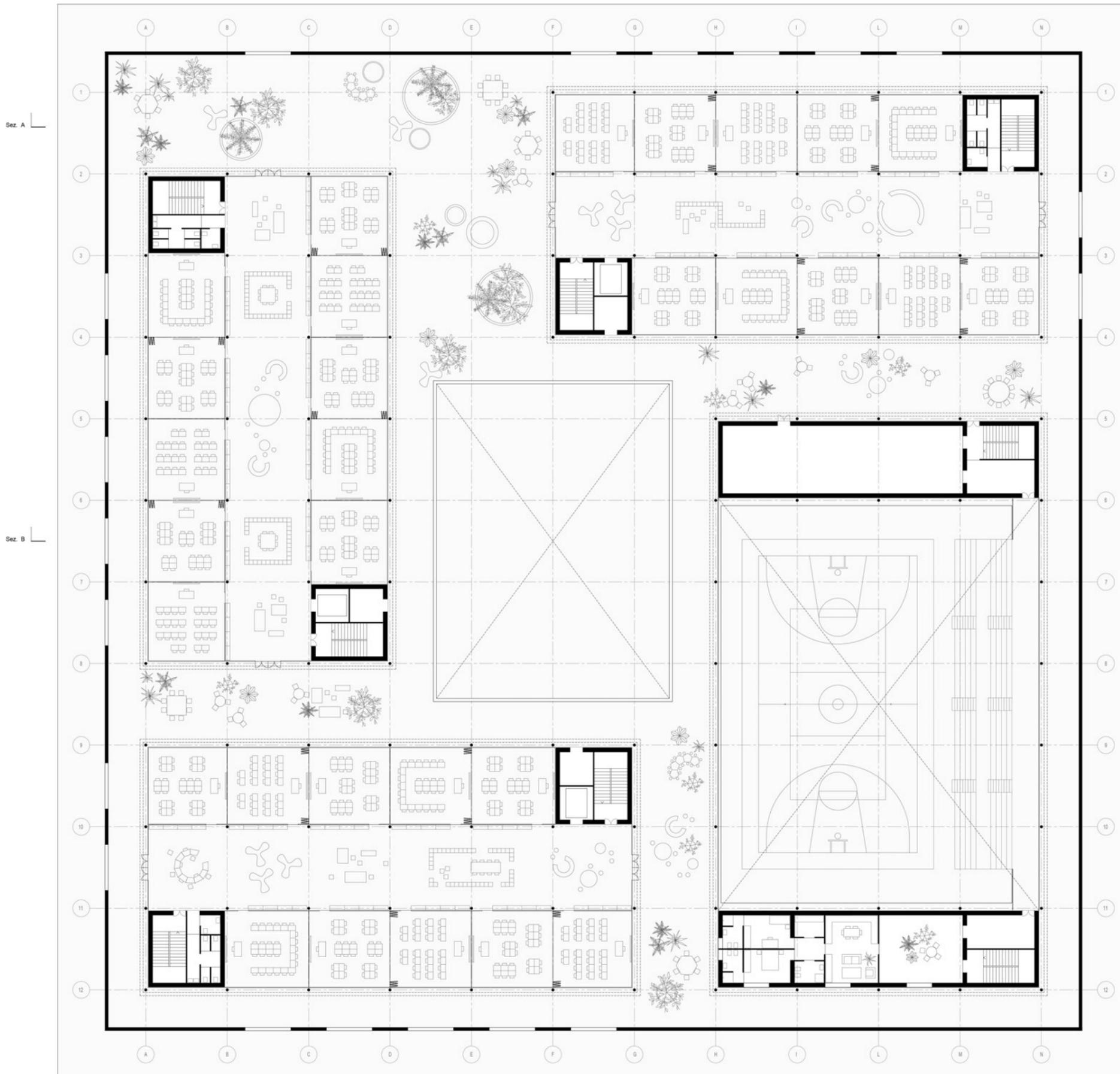




affaccio a terra dei nuovi blocchi residenziali

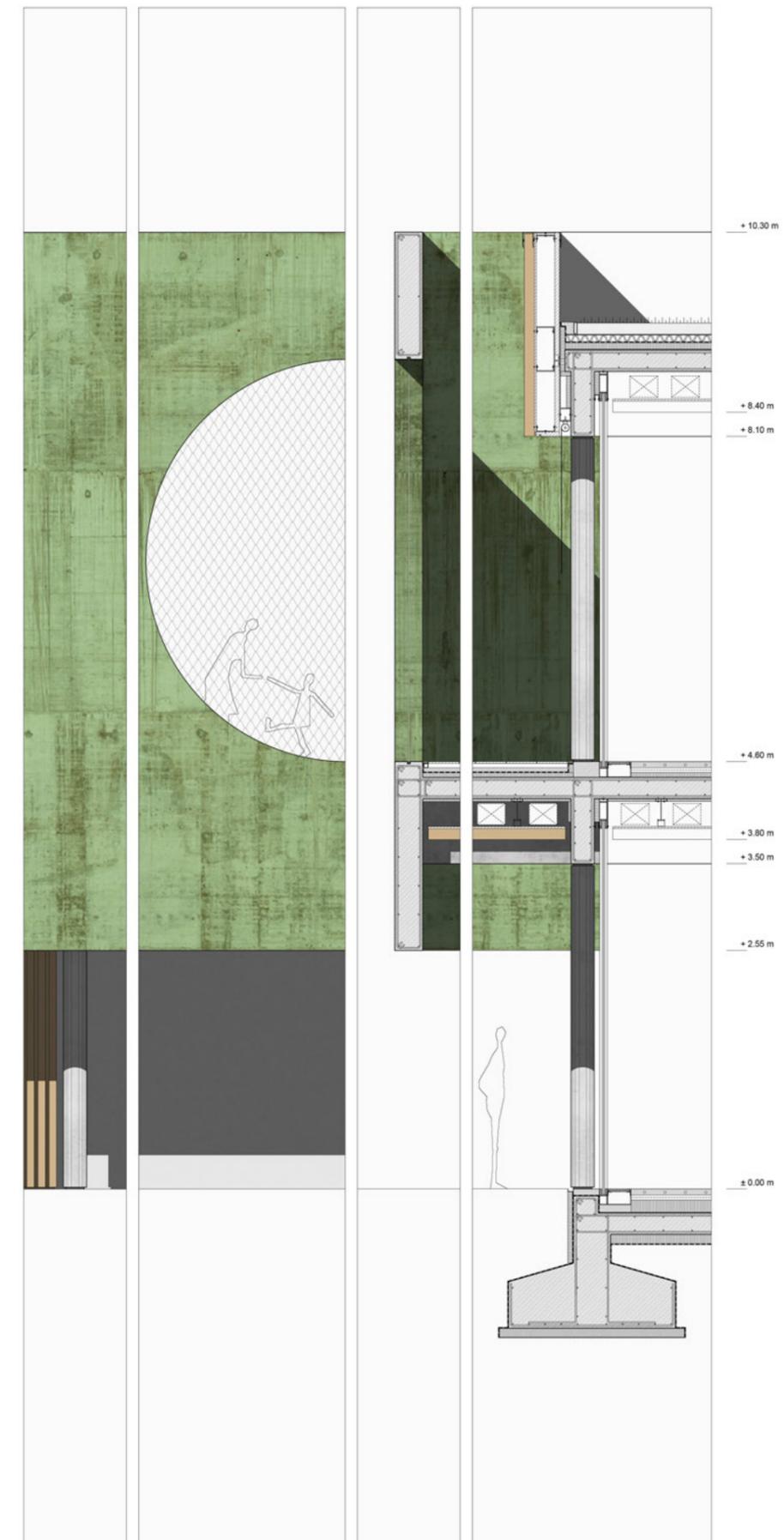
- 1. gallerie commerciali
- 2. accessi alle residenze dal piano terra



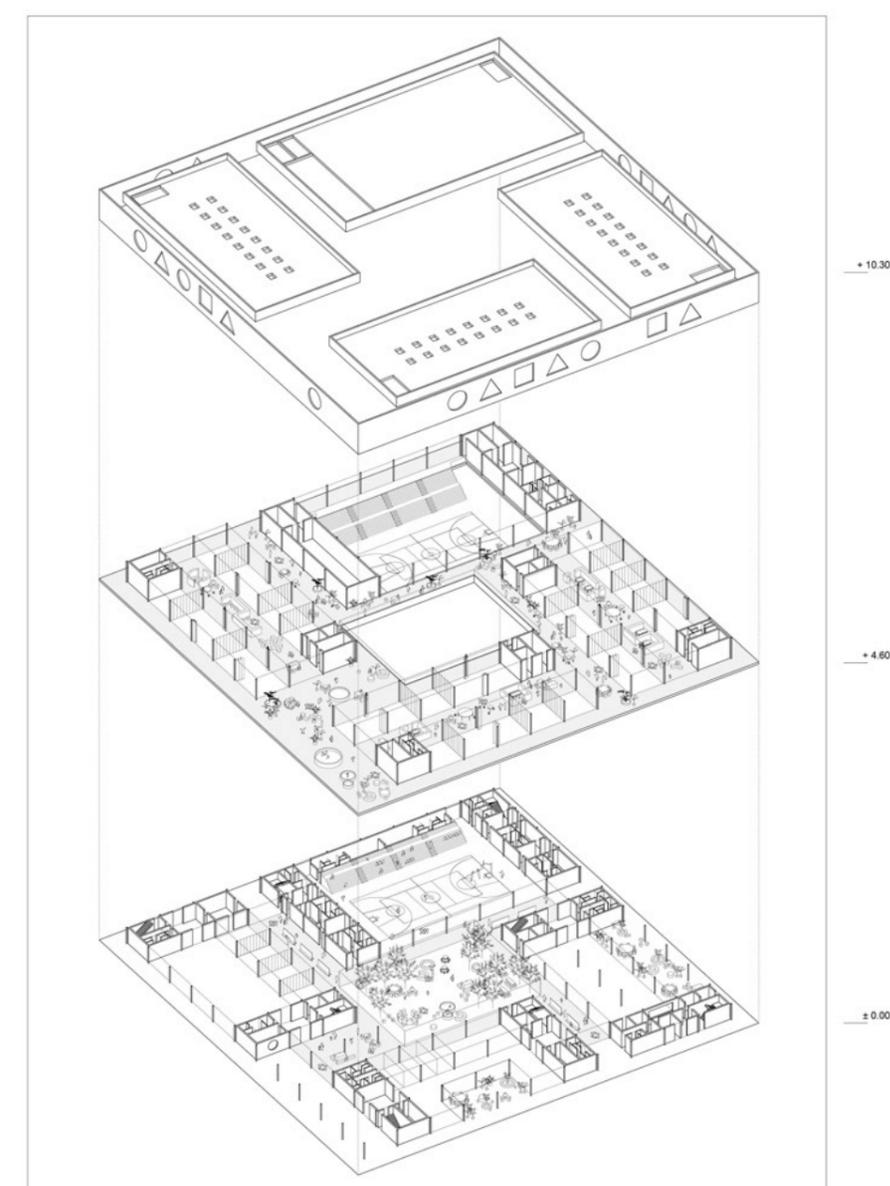
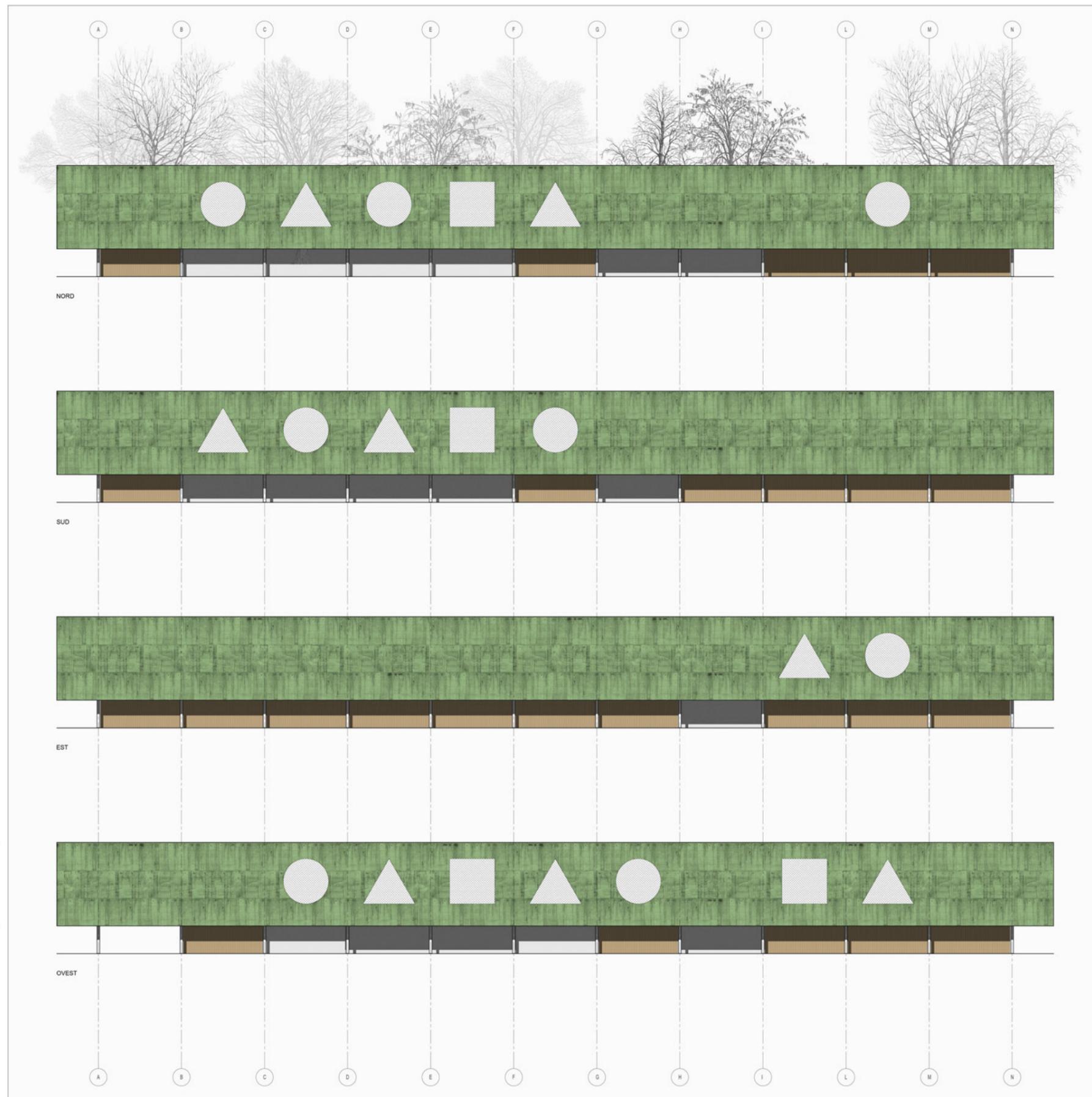




SCALA 1:200



0 0.2 1.0 m



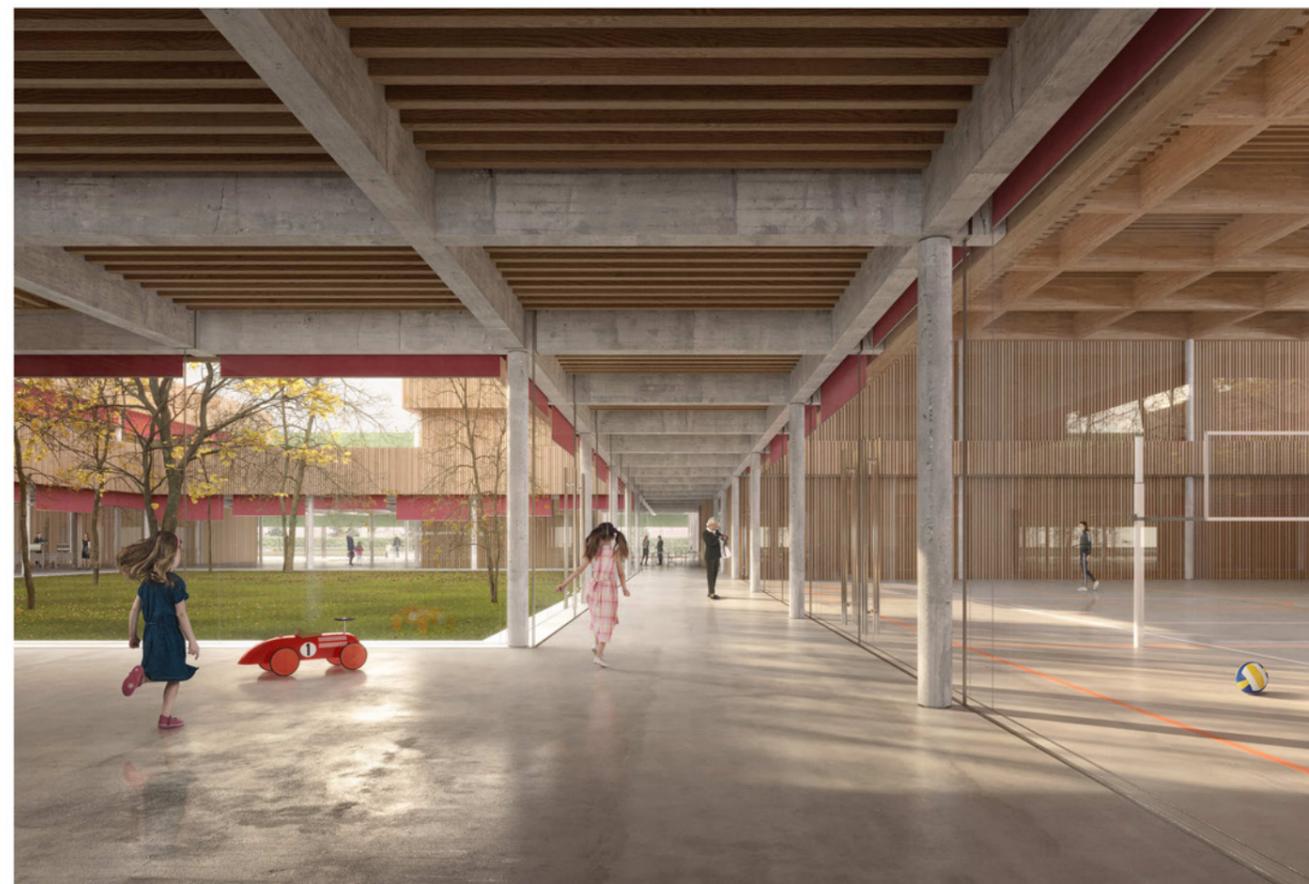
VISTA NORD SU VIA LAMBRO



LA TERRAZZA



VISTA SUD FRONTE PARCO



INGRESSO SUD PIANO TERRA