

firme

COMMITTENTE

**COLLINI LAVORI S.p.A.**

**ICG s.r.l.**  
IMPRESA COSTRUZIONI EDILI  
STRADALI - FOGNATURE

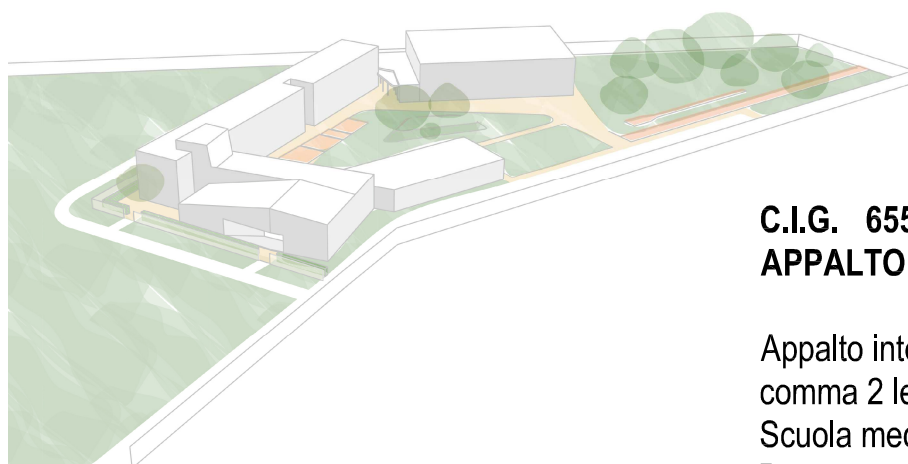
**MAZZALVERI & COMELLI S.p.A.**  
Corso Italia n.° 15 - MILANO

PROGETTISTA



**TEKNE S.p.A.**

**BORLINI & ZANINI SA**  
VIA AL MOLINO SCAIROLO  
6915 PAMBIO-NORANCO  
TEL. 091 - 980.04.05  
FAX 091 - 980.04.06



**C.I.G. 65578057E0**  
**APPALTO N. 2-2016**

Appalto integrato complesso ai sensi dell'art. 53  
comma 2 lett. C) del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.:  
Scuola media di Via Strozzi, 11 (zona 6)  
Ricostruzione dell'edificio scolastico  
Importo a base d'appalto: € 9.522.843,16  
CUP B47B15000220006

Concorrente



Collini Lavori S.p.A.  
Via Brennero, 260/H- 38121 Trento (TN)  
Tel. 02 72021820 - Fax 02 874485  
[www.collinilavori.it](http://www.collinilavori.it)



I.C.G. S.r.l.  
Via Cusago, 210 - 20153 Milano (MI)  
Tel. 02 4890271 - Fax 02 48920499  
[www.icgsrl.it](http://www.icgsrl.it)



Mazzalveri & Comelli S.p.A.  
Corso Italia, 15 - 20122 Milano (MI)  
Tel. 02 8693416 - Fax 02 86451466

Design team

**consalez  
rossi  
architetti  
associati**

Consalez Rossi architetti associati  
Via Cadolini, 32 - 20137 Milano (MI)  
Tel. 02 36556312  
[www.consalezrossi.com](http://www.consalezrossi.com)

**TEKNE**  
INGEGNERIA

TEKNE S.p.A.  
Via Martignoni, 25 - Milano (MI)  
Tel. 02 69971 - Fax 02 6997272  
[www.tekne.ws](http://www.tekne.ws)



Borlini & Zanini S.A.  
Via al Molino - Pambio - Noranco (CH)  
Tel. +41 91 9800405 - Fax +41 91 9800406  
[www.borlini-zanini.ch](http://www.borlini-zanini.ch)

# OFFERTA TECNICA

## Relazione Tecnico-Descrittiva

### della Qualità - *Elab. composto di 30 pp.*

# 4

## **Relazione tecnico descrittiva della Qualità**

### **“SCUOLA MEDIA DI VIA STROZZI, 11 (ZONA 6) – RICOSTRUZIONE DELL’EDIFICIO SCOLASTICO”**

#### **Indice**

- 1. Qualità degli approfondimenti sulla progettazione del legno strutturale (Q2A)**
  - 1.1 Rumore e comportamento acustico dell’edificio
  - 1.2 Comportamento sismico della struttura e posizionamento dei giunti progettati per comportamento elastico e per comportamento plastico in caso di sisma
  - 1.3 Coordinamento strutture/ architettonico/ impianti, a garanzia che le forometrie su parti strutturali siano state oggetto di oculata progettazione definitiva, e non rinviate alla fase di cantiere
  - 1.4 Durabilità dei componenti in legno con indicazione della vita utile attesa dell’edificio
  - 1.5 Analisi degli scenari di bagnamento delle componenti in legno: produzione, trasporto, costruzione in cantiere, eventi atmosferici, guasto/rottura impianti idrosanitari, sversamento accidentale, con indicazione delle misure adottate a prevenzione della marcescenza del manufatto ligneo
  - 1.6 Prefabbricazione delle strutture
- 2. Flessibilità interna degli spazi (Q2B)**
  - 2.1 Introduzione
  - 2.2 Distribuzione e spazi aperti/funzioni di apprendimento e funzioni civiche
  - 2.3 Distribuzione e spazi aperti/ integrazioni
  - 2.4 Tempi e modi/l’orario esteso
  - 2.5 Didattica/la scuola come dispositivo pedagogico
  - 2.6 Edificio scolastico/funzioni e relazioni
  - 2.7 Aule/home base
  - 2.8 Connettivo/attività
  - 2.9 Mensa/spazio libero antistante
  - 2.10 Flessibilità/Tipologie di arredo
- 3. Aree a verde (Q2D)**
  - 3.1 Il paesaggio della scuola/la piazza giardino e il terrazzo pensile
  - 3.2 Spazi aperti/ L’area sportiva e il parco
  - 3.3 Gli orti sul tetto
- 4. Accessibilità spazi di servizio al quartiere ed ai fruitori extra-scolastici (Q2E)**
  - 4.1 Accessibilità/ localizzazione accessi e flussi
  - 4.2 Gestione delle attività/ Tre aree isolabili
  - 4.3 Spazi aperti e potenzialità incrementali
- 5. Comportamento estivo (discomfort, surriscaldamento) (Q3B)**
- 6. Sostenibilità ambientale (Q3C)**

## 7. Monitoraggio, educazione e consapevolezza (Q3D)

7.1 Monitoraggio

7.2 Educazione e consapevolezza

## 8. Strutture (Q4A)

## 9. Materiali interni (Q4B)

10. Manutenibilità e durabilità (Q4C)

10.1 Manutenibilità e durabilità dei materiali esterni

10.2 Manutenibilità e durabilità dei materiali interni

10.3 Manutenibilità e durabilità degli impianti

10.4 Manutenibilità e durabilità delle strutture in legno

## **SINTESI DELLE MIGLIORIE PROPOSTE**

### **Aspetti dimensionali**

Il progetto propone un aumento dimensionale, rispetto al preliminare di gara (previsti 6047 di Slp). Alla misura di bando corrisponde un netto ricavato analiticamente dagli elaborati grafici di 5.867 mq, a fronte di un netto di progetto di 5.949 mq. Sulla superficie lorda l'incremento, determinato dai pacchetti di rivestimento ad alte prestazioni e dalle strutture interne portanti continue di notevole spessore, diventa macroscopico. Da 6.304 mq a 6.924 mq. La scelta progettuale si è resa necessaria per rispondere adeguatamente alle misure descritte nel documento *PP 13 – Linee guida per la progettazione* e ad alcune funzioni aggiunte, quali l'Agorà, prescritte dalle linee guida MIUR di riferimento (11 aprile 2013). In sostanza con un **incremento dimensionale del 10%**

### **Qualità spaziale e estetica**

Lo sviluppo planimetrico perimetrale permette, contemporaneamente, di offrire un'immagine esterna di rango urbano, di realizzare un'ampia piazza/giardino all'interno e di preservare una superficie, a sud, per le **espansioni future previste come scenario**. La scelta di un materiale di rivestimento, un fibrocemento a base lignea, e il disegno di facciata a doghe strette, propone un **risultato espressivo fedele alla natura della struttura (Xlam)**.

### **Qualità tecnologica**

Il materiale di rivestimento (VIROC) è montato su **facciata ventilata**, con evidente miglioramento delle prestazioni termiche in periodo estivo. Una certificazione europea garantisce la **durabilità** del materiale stesso. **Tutte le strutture fuori terra sono realizzate in legno** (oltre il primo impalcato) anche per gli elementi di controvento, i vani delle scale o i cavedi. Si è privilegiata una soluzione a setti in lastre che equivale a un sistema prefabbricato, che può essere messi in opera con notevole riduzione dei tempi di cantierizzazione. I materiali e colori chiari, per i rivestimenti delle coperture, **riducono la riflettanza** per evitare l'effetto isola di calore. Le pitturazioni di tutte le superfici interne sono in **smalti fotocatalitici**, per migliorarne la pulibilità.

### **Aspetti energetici**

Il progetto è in **classe energetica A+**. Sono impiegati **sistemi radianti**, funzionanti su bassi delta termici, con generazione di calore integralmente da fonti rinnovabili (e integrazione di back-up da teleriscaldamento). L'**elevata inerzia dell'involucro** consente uno sfasamento dell'onda termica di 8 - 12 ore, valori ben al di sotto delle prescrizioni di legge e buon comportamento estivo, che riduce i fabbisogni energetici per il raffrescamento. Sono impiegati esclusivamente di apparecchi illuminanti con tecnologia **LED**.

### **Aspetti prestazionali**

Le **performances acustiche sono migliorate**, grazie all'uso di setti e impalcati in legno; in particolare: incremento della fono-assorbenza delle pareti esterne da 50 db a 52 - 56,4; sulle parti divisorie interne da 50 a 63,8 db; sui solai interpiano da 50 a 64,3 db. **Gli impianti di VMC sono previsti anche nelle aule**, oltre che negli spazi per i quali erano espressamente richiesti dal documento *PP 13*. Sono utilizzate **vetrazioni basso-emissive** e selettive, con miglioramento del comfort luminoso e migliore protezione dall'irraggiamento estivo. Sono introdotti dispositivi per lo **stoccaggio e il riuso delle acque meteoriche**. Le pavimentazioni esterne tutte **filtranti**, con riduzione del carico in fognatura per lo smaltimento delle acque meteoriche.

## 1. Qualità degli approfondimenti sulla progettazione del legno strutturale

---

La struttura in legno è realizzata come struttura scatolare, tridimensionale in pannelli pieni di XLAM; è essenzialmente strutturata dalle pareti e dalle solette portanti in XLAM che la compongono. Tutte le pareti strutturali assumono anche la funzione di lastra verticale, e quindi di elemento di stabilizzazione atto alla discesa nelle fondamenta delle forze orizzontali. Analogamente tutte le solette in XLAM sono realizzate in modo da assicurare la continuità strutturale nel proprio piano e quindi il ruolo di setto orizzontale a tutti gli effetti. In ossequio alle prescrizioni vigenti per strutture simili di altri materiali - quali il calcestruzzo armato - la struttura non contiene pareti in falso, cioè pareti con funzione di setto controventante che non siano continue fino alle fondamenta e che impongano, quindi, la discesa delle reazioni verticali dovute ai carichi orizzontali tramite elementi inflessi.

### 1.1 Rumore e comportamento acustico dell'edificio

L'uso di una struttura in legno è stato sicuramente premiato dal punto di vista delle prestazioni acustiche dell'edificio e ha permesso di rispettare e superare le indicazioni del documento PP13 (linee guida) e la normativa vigente. Date le caratteristiche del materiale, l'uso del legno ha portato ad avere valori di  $R'w$  e di  $D2m,nT,w$  (per le facciate) decisamente più performanti rispetto ad analoghe strutture tradizionali, con spessori minori. Un ulteriore punto di forza è la ridotta quantità di ponti acustici, data dalla precisione nelle connessioni delle strutture e nell'accoppiamento dei vari elementi che giungono in cantiere già preassemblati.

L'ottimizzazione delle prestazioni acustiche è derivata da una corretta progettazione delle stratigrafie degli elementi divisorii perimetrali ed interni. In particolare, la realizzazione delle contropareti limita ulteriormente le trasmissioni laterali e permette l'installazione degli impianti senza dover intaccare con tracce o fori la struttura centrale che resta quindi integra e continua. Le stratigrafie diventano quindi molto performanti sfruttando le classiche leggi fisiche della massa specifica (del legno), il principio massa-molla-massa dato dalla presenza di strati con materiali diversi (delle contropareti), ulteriormente rafforzato dalla presenza di cavità riempite con materiali fonoassorbenti specifici.

L'analisi dei dati ottenuti dalla modellizzazione e dalle misure eseguite indica che, nonostante i limiti imposti dalla Classe acustica della zona, il progetto, anche grazie agli accorgimenti progettuali adottati, è in grado di garantire ottimi risultati acustici, ovvero:

- le facciate dell'edificio dovranno garantire un valore di isolamento di facciata ( $D2m,nT$ ) non inferiore a 48 dB; I muri di tamponamento progettati hanno un  $R'W$  pari a 56,4 dB (aule didattiche e civic center) e 52 db (mensa e palestra, zone meno sensibili); il sistema di serramento scelto avrà un valore di potere fonoisolante apparente certificato non inferiore a 47,0 dB, conferito dall'uso di un vetro acustico con vetrocamera (con doppie lastre di vetro chiaro con doppio PVB acustico e bassoemissivo e camera d'aria con argon 90%) con potere fonoisolante proprio di 50 dB.
- le pareti divisorie interne di separazione fra le aule didattiche, i laboratori e gli uffici della scuola, nonché quelle fra i locali confinanti con il refettorio, la sala riunioni, l'auditorium e la biblioteca, tra la sala musica e

i locali adiacenti, dovranno garantire un potere fonoisolante apparente (RW) non inferiore a 50 dB; le pareti in progetto (setti x-lam con contropareti) raggiungono un RW pari a 63,8 dB.

Nelle aule, alcuni divisori tra aula e aula saranno invece realizzati con la posa di un sistema di pareti impacchettabili in modo da migliorare la versatilità degli ambienti. Sarà installato un sistema fornito di garanzia tecnica attestante il rispetto del valore limite di 50 dB.

- i solai interpiano (in particolare i solai di separazione tra l'auditorium e la biblioteca e i locali sovrapposti) dovranno garantire un potere fonoisolante apparente (RW) non inferiore a 50 dB e garantire un indice di rumore di calpestio ( $L_n$ ) non superiore a 58 dB. I solai interpiano di progetto presentano un RW pari a 64,3 dB. La stratigrafia del solaio è connotata da un materassino anticalpestio con un valore di rigidità dinamica ( $s'$ ) non superiore a 38 MN/m<sup>3</sup>, che permette una riduzione del rumore di calpestio ( $\Delta L_n W$ ) superiore a 34 dB, che permette di raggiungere la prestazione richiesta dalle linee guida.

Il documento PP 13 richiede anche l'analisi del tempo di riverbero all'interno dei locali, in modo che sia adatto alle varie e diversificate esigenze di fruizione delle sale, così come indicato dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 22 maggio 1967 che prevede che, in un'aula arredata, i tempi di riverberazione alle frequenze di 250, 500, 1000 e 2000 Hz non debbano superare 1,2 s, nella palestra 2,2 s e nell'aula per musica devono adeguarsi alle norme generali delle sale di spettacolo.

Aula didattica tipo: tramite controsoffitti acustici e fonoassorbenti (microforati con foratura sparsa), applicando la formula di Sabine, i tempi di riverbero di progetto rispettano le normative e le linee guida, dando al locale una ottima fruibilità acustica dell'ambiente. L'aula musica, con la stessa conformazione delle aule, ha i medesimi risultati. La palestra ha pareti fonoassorbenti che permettono di raggiungere i valori obiettivo.

Per l'auditorium, i tempi di riverbero ottenuti sono da considerarsi idonei e conformi, caratteristici di una efficace risposta acustica della sala, in quanto tempi di riverbero eccessivamente ridotti comporterebbero una scarsa densità media di suono al suo interno con creazione di aree di scarsa comprensibilità del parlato e/o della musica. Tali risultati sono visibili e argomentati nella relazione tecnica di valutazione dei requisiti acustici passivi.

## **1.2 Comportamento sismico della struttura**

La struttura è suddivisa in blocchi indipendenti gli uni dagli altri grazie a giunti strutturali, in modo da avere sempre unità strutturali che presentano caratteristiche di regolarità strutturale. I giunti sono realizzati tramite lo sdoppiamento degli elementi strutturali e il mantenimento delle distanze previste delle NTC 08. Alla struttura di legno in XLAM può essere attribuita una classe di comportamento corrispondente ad un valore del coefficiente di sistema di 2,0, secondo le indicazioni del NTC 08. I collegamenti utilizzati per gli ancoraggi al suolo della costruzione sono realizzati con piastre metalliche e spinotti (collegamenti a gambo cilindrico dimensionati secondo le indicazioni del NTC 08 sulla base della teoria di Johansen in modo da permettere un grado di duttilità sufficiente). I rimanenti collegamenti sono realizzati con viti incrociate a tutto filetto e permettono di creare un collegamento fra gli elementi di legno dove le forze sono trasmesse per ancoraggio della filettatura della vite nel legno. Ciò permette di attivare la rigidità e la resistenza assiale della vite sia a trazione che a

compressione. Il meccanismo di rottura che ne risulta non richiede quindi né grandi deformazioni né la formazione di una "biella di compressione", ma è immediatamente disponibile in ambito elastico. Le basi per il progetto e la determinazione dei valori di calcolo sono disponibili nelle normative già citate (in particolare nella recente versione di Eurocodice 5) e permettono di definire i valori di calcolo. A complemento di informazione e a dimostrazione della fondatezza di questo sistema di collegamento si ricorda che a livello scientifico il comportamento di tipologie di giunti che fanno ricorso a tali collegamenti riconosce che anche questo tipo di collegamenti permette di ottenere un comportamento meccanico duttile con successiva dissipazione di energia. Appurata e dimostrata la possibilità della struttura di ricorrere alle riserve anelastiche in caso di sollecitazione sismica, si osserva che la struttura in tutte le sue componenti è verificata per un coefficiente di struttura  $q = 1,5$  e cioè in ambito elastico secondo le indicazioni normative vigenti.

Ciò permette di assicurare una struttura che anche in caso di effettiva sollecitazione da sisma di progetto - cioè in caso di evento sismico di progetto - non presenta danni dovuti all'attivazione della capacità dissipativa dei collegamenti strutturali. In caso di evento sismico e di ricorso alle capacità anelastiche della struttura, è da prevedere una deformazione importante nei collegamenti strutturali, con conseguente danneggiamento di tutti i componenti non strutturali e privi di capacità duttili, quali rivestimenti in cartongesso, serramenti e infissi, pavimenti, impianti vari. La scelta progettuale effettuata permette quindi di non dover prevedere in caso di evento sismico di progetto importanti interventi di manutenzione ordinaria per ripristinare questi danni. Le riserve anelastiche della struttura sono quindi effettivamente sollecitate soltanto in caso di evento sismico di ampiezza maggiore di quanto previsto in sede di progetto, assicurando così una prestazione favorevole anche in caso di evento "fuori norma".

### **1.3 Coordinamento strutture/ architettonico/ impianti**

L'impiantistica e la sua interazione con le strutture in legno sono state oggetto di analisi durante lo sviluppo del progetto definitivo. Le strutture di legno in XLAM sono state adattate ai necessari passaggi impiantistici, in modo da poter definire tutte le forometrie in fase di progetto, sia orizzontali sia verticali. L'esecuzione di forometrie per impianti è prevista in fase di prefabbricazione degli elementi XLAM: per principio la realizzazione di forometrie ulteriori in fase di montaggio (cantiere) è esclusa e soggetta a procedura di autorizzazione speciale da parte della DL, previa autorizzazione della progettazione strutturale.

### **1.4 Durabilità dei componenti in legno con indicazione della vita utile attesa dell'edificio**

Nel rispetto del capitolo 4.4.13 del DM 08 che recita "In relazione alla classe di servizio della struttura e alle condizioni di carico, dovrà essere predisposto in sede progettuale un programma delle operazioni di manutenzione e di controllo da effettuarsi durante l'esercizio della struttura" sono indicati di seguito gli aspetti essenziali in relazione alla classe di servizio delle strutture lignee, e alla durabilità di questa costruzione lignea in generale.

Gli elementi di pannelli XLAM formanti le solette si trovano all'interno dell'edificio e sono rivestiti da entrambi i lati. Sul lato inferiore è previsto un controsoffitto in cartongesso con sottostruttura mentre sul lato superiore è previsto un massetto e il rivestimento del pavimento. Il materiale ligneo in queste condizioni è da considerarsi in

classe di rischio 1 e quindi non sottoposto a nessun rischio di degrado biologico. La possibilità di lasciare alcune superfici inferiori delle strutture di legno a vista, e quindi senza nessuna protezione particolare, non precluderebbe l'attribuzione della classe di rischio 1 a questi elementi e non ne metterebbe in discussione le considerazioni circa la durabilità.

Gli elementi di pannelli XLAM formanti le pareti interne si trovano all'interno dell'edificio e sono rivestiti da entrambi i lati. Il materiale ligneo in queste condizioni è da considerarsi in classe di rischio 1 e quindi non sottoposto a nessun rischio di degrado biologico. La possibilità - prevista per alcune parti del progetto al suo stato attuale - di lasciare alcune superfici delle strutture di legno a vista, e quindi senza nessuna protezione particolare, non precluderebbe l'attribuzione della classe di rischio 1 a questi elementi e non ne metterebbe in discussione le considerazioni circa la durabilità.

Gli elementi di pannelli XLAM formanti le pareti interne sono sul lato esterno dalla facciata dell'edificio e dal cappotto isolante. Il materiale ligneo in queste condizioni è da considerarsi in classe di rischio 1 e quindi non sottoposto a nessun rischio di degrado biologico. La possibilità - prevista nel progetto al suo stato attuale - di lasciare alcune superfici interne di queste pareti di legno a vista, e quindi senza nessuna protezione particolare, non precluderebbe l'attribuzione della classe di rischio 1 a questi elementi e non ne metterebbe in discussione le considerazioni circa la durabilità. Sul lato esterno della costruzione l'attribuzione della classe di rischio 1 è giustificata dalla presenza di un cappotto impermeabile all'acqua e alle infiltrazioni di acqua dall'esterno, oppure di una facciata esterna che garantisce che il legno strutturale non entri mai in contatto diretto con l'acqua.

La costruzione di legno è interfacciata con la costruzione in calcestruzzo al piede delle pareti verticali, dove è indispensabile - e previsto dal progetto - che la risalita di acqua, sotto forma di umidità, dal calcestruzzo verso il legno per mezzo della capillarità non possa avvenire. Per evitare questo fenomeno, una membrana impermeabile all'acqua separa fisicamente, e completamente la costruzione in legno dalle fondamenta. La soluzione costruttiva adottata deve prendere in considerazione la presenza di mezzi di collegamento.

Il progetto prevede per le coperture una stratigrafia che assicura l'ermeticità all'acqua e quindi il mantenimento degli elementi lignei nella classe di rischio 1. La durata di vita di questi elementi non è quindi da ritenersi limitata, fino a quando la situazione della classe di rischio 1 è mantenuta.

Gli elementi formanti la copertura e il cappotto verticale - o la facciata - esterno assumono la funzione di elementi protettivi della struttura di legno, in quanto impediscono che vi possa essere in contatto fra l'acqua e il legno stesso. La corretta manutenzione di questi elementi è quindi responsabile dell'effettiva durabilità della struttura lignea dell'edificio. È quindi corretto affermare che la durabilità degli elementi lignei di questa costruzione non è limitata, a condizione di mantenere invariate le condizioni e le situazioni di rischio della classe 1 - con l'eccezione delle eventuali parti a vista nella zona dell'agorà, in classe 2.

Il degrado del legno è causato principalmente dall'azione di microrganismi di tipo fungino. Perché questo degrado possa avere luogo è necessaria una sufficiente presenza di acqua all'interno del legno; tale condizione è possibile solo quando gli elementi lignei si trovino nella classe di rischio 3, che prevede un diretto contatto del legno con l'acqua, o un apporto continuo di acqua verso il legno. Tale condizione non si verifica mai negli elementi della struttura in questione, in quanto gli stessi come indicato sopra si trovano sempre in classe di rischio 1, con la sola eccezione di parte delle coperture dell'agorà, che si trovano nella classe di rischio 2. In

queste condizioni il rischio di degrado fungino del legno è praticamente inesistente. Il principio della protezione del legno da parte degli elementi di cappotto e di facciata, come pure la presenza di superfici di legno visibili all'esterno della costruzione, ma soltanto se non direttamente esposte all'azione diretta delle intemperie e non direttamente esposte al contatto con l'acqua, permette di garantire una durata di vita della struttura di legno con certezza superiore alla durata normalmente prevista per gli edifici ad uso residenziale, quantificabile con certezza in almeno 100 anni.

Non si segnalano limitazioni in relazione all'uso della costruzione e della struttura, se non quelle legate al rispetto delle sollecitazioni meccaniche massime e quindi legate all'uso previsto per la costruzione. Ogni intervento ulteriore sulla struttura che comportasse una modifica degli elementi strutturali di legno deve essere valutato e approvato da un progettista strutturale di comprovate competenze nelle strutture di questo tipo (pannelli XLAM).

### **1.5 Analisi degli scenari di bagnamento delle componenti in legno e misure da adottare**

Si tratta di scenari assolutamente eccezionali, che non si rendono necessari quando la manutenzione degli elementi protettivi (coperture, cappotti esterni) avviene in modo corretto e regolare. La progettazione oculata delle stratigrafie orizzontali e verticali (anche tramite impermeabilizzazioni nei bagni, fogli di polietilene di separazione, barriere al vapore e manti impermeabili) rendono questi scenari comunque remoti.

Ad ogni modo, in caso di infiltrazione di acqua fino all'interno degli elementi strutturali di legno, esiste il rischio di degrado solo locale del legno. I primi e regolari controlli sono effettuati in forma visiva e mirano a indentificare particolari segni di degrado o di infiltrazione di acqua sia sulle pareti che sulle solette, segnatamente quelle delle coperture. In caso di costatazioni sospette, è necessario l'intervento di uno specialista qualificato. Tali controlli regolari da parte dell'utenza devono avere scadenza annuale, come per ogni tipo di costruzione, indipendentemente dal materiale usato.

Interventi sono necessari solo in caso di constatazioni di irregolarità confermate dallo specialista. L'intervento deve prima di tutto eliminare la causa delle infiltrazioni o della presenza di acqua; si interverrà inoltre sull'elemento ligneo colpito, valutandone la situazione e provvedendo alla sua essiccazione o alla sua sostituzione locale in caso di danno importante.

In caso di uso e sollecitazioni normali secondo le ipotesi di progetto - di queste fanno parte anche gli eventi sismici cui potrebbe essere sottoposta la costruzione durante la fase di servizio - non ci sono ragioni o eventi che richiedano un intervento di manutenzione, di controllo o di ripristino della costruzione in legno o dei suoi collegamenti metallici.

Il controllo - o la sostituzione - di mezzi di collegamento delle parti della struttura di legno non è oggetto di progetto, in quanto non è né previsto né necessario. E questo per tutta la durata di servizio della costruzione. Anche in caso di evento sismico, la struttura si comporta in modo completamente elastico, e un danno permanente - per esempio sotto forma di deformazioni plastiche locali e permanenti - non è previsto. Un danneggiamento dei componenti strutturali è prevedibile solo nel caso di sollecitazioni al di fuori da quelle ammesse dalle normative vigenti. Ma in questo caso si tratta di stato di catastrofe e non di stato di servizio. In caso di danneggiamento degli elementi delle coperture esterne e di cappotto delle pareti, occorre procedere



rapidamente a ripristinare la situazione originale. Qualora gli elementi lignei siano stati sottoposti a condizioni di classe di rischio 3 per un lasso di tempo superiore a due mesi, è necessario l'intervento di uno specialista a valutare la situazione e gli eventuali interventi sugli elementi lignei.

L'apporto di acqua dall'interno dell'edificio in caso accidentale, quale per esempio la rottura di una tubatura, può portare all'aumento dell'umidità del legno per un periodo relativamente breve. Questo periodo di tempo, determinato dall'inizio del danno fino alla sua scoperta e eliminazione, è molto breve in caso di forti perdite, mentre può essere di durata più lunga in caso di perdite ridotte. Nel caso estremo della rottura di una tubazione dell'acqua che non fosse riconosciuta e riparata immediatamente una quantità di acqua importante si può riversare all'interno dell'edificio. Di regola l'acqua filtra sotto le porte e raggiunge la tromba delle scale, ma è anche possibile che prima di poter intervenire passi del tempo. I danni maggiori in questi casi sono quelli arrecati al mobilio, ai pavimenti, ai rivestimenti interni, e in alcuni casi agli impianti elettrici e simili. L'acqua che arrivasse a contatto con il legno degli elementi strutturali è meno preoccupante, in quanto deve prima di tutto essere assorbita dal legno e ciò necessita di un lasso di tempo di almeno diverse settimane. Si può affermare che un danno di questo tipo, che sia risolto - cioè con l'eliminazione della perdita e con l'evacuazione dell'acqua eventualmente ristagnante nei locali - entro due o tre settimane non ha alcun effetto sugli elementi strutturali. Anche in caso di evento più importante o di più lunga durata l'assorbimento dell'acqua da parte del legno è un fenomeno reversibile, per cui una volta eliminato l'apporto di nuova acqua il legno ritornerà lentamente allo stato originale, senza conseguenze strutturali di rilievo. Non va dimenticato che la parete - e la soletta - di legno permette comunque la traspirabilità e quindi il rilascio dell'acqua in eccesso.

È quindi corretto affermare che in caso di fuoriuscita importante di acqua la struttura lignea non corre alcun rischio, mentre sono da aspettarsi danni solo ai rivestimenti interni, al mobilio e agli impianti.

Lo stabile con struttura di legno non si differenzia quindi da stabili con struttura di altri materiali.

L'infiltrazione dall'interno dell'edificio non è possibile, in quanto le tubature non si trovano all'interno della struttura di legno, ma in appositi vani tecnici. Dove siano presenti delle tubature per gli impianti (bagni, cucine) esse sono disposte nelle intercapedini dei rivestimenti, nei vani tecnici appositi e nei pacchetti dei pavimenti.

Il rischio di degrado del legno è quindi da ritenersi praticamente inesistente, in quanto il legno di questa struttura non si trova mai in condizioni favorevoli al degrado.

#### Rischio di degrado durante la fase di cantiere e montaggio:

La lavorazione e il trasporto del materiale ligneo è da eseguire in condizioni di classe di servizio 1 o 2, e cioè in condizioni di assenza totale di rischio di degrado per assenza di esposizione al contatto diretto con l'acqua. Il legno deve essere protetto tramite copertura o altri sistemi di protezione.

In fase di cantiere e di montaggio l'esposizione accidentale per una breve durata - e cioè anche per alcuni giorni - non porta ad un rischio di degrado particolare del legno, in quanto l'acqua non ha il tempo di essere assorbita dal legno. Ne risultano quindi al massimo dei fenomeni di sporizia o colorazione grigia della superficie, che per quanto poco estetici, non hanno nessun effetto negativo sulla qualità del materiale. Si osserva che per gli eventuali elementi a vista a costruzione ultimata, questa situazione deve essere evitata prevedendo apposite coperture impermeabili all'acqua e traspiranti per tutta la fase di trasporto, montaggio e cantiere. È comunque da

prevedere per tutta la fase di cantiere che le strutture lignee in fase di montaggio siano protette dalla prolungata esposizione alle intemperie tramite teli provvisori e mobili, o altre forme di protezione. In ogni caso deve essere assicurata la buona ventilazione delle superfici lignee durante le fasi di tempo asciutto. Solo in questo modo può infatti essere assicurata la corretta essiccazione delle superfici lignee che avessero assorbito acqua durante una fase di condizioni climatiche più umide.

L'applicazione conseguente di queste misure protettive permette di garantire che durante la fase di cantiere il rischio di degrado del legno sia ridotto a zero. Si osserva che anche qualora durante la fase di montaggio il materiale ligneo dovesse trovarsi per ragioni accidentali ed eccezionali a contatto per lungo tempo (diverse settimane) con dell'acqua, una volta eseguito il montaggio e posto il legno in condizioni da non più essere in diretto contatto con l'acqua, si saranno create le condizioni essenziali per l'essiccazione progressiva del legno e per evitarne quindi ogni forma di degrado.

L'applicazione di coperture provvisorie di tutta la struttura in fase di montaggio, e soltanto una alternativa alla protezione locale degli elementi lignei e deve essere valutata anche in relazione alle procedure di montaggio scelte in fase di progetto esecutivo. Una tale scelta non rappresenta vantaggi o svantaggi di rilievo in relazione alla qualità della costruzione finita.

Si ricorda che anche un evento meteorico eccezionale durante il montaggio - quale un temporale di inaudita violenza - che dovesse provocare il letterale allagamento di tutta la struttura lignea grezza non porterebbe pregiudizi rilevanti alla stessa, a condizione di permetterne l'essiccazione una volta l'evento eccezionale terminato. Per ottenere ciò è sufficiente, come già indicato, permettere la ventilazione naturale della struttura lignea.

## **1.6 Prefabbricazione**

La lavorazione degli elementi lignei avviene in fase di prefabbricazione in modo completo. Non sono previste lavorazioni del legno o adattamenti degli elementi lignei in cantiere. Ogni elemento ligneo è prodotto secondo un disegno o una serie di dati di lavorazione ad esso specifici; ad ogni elemento ligneo appartiene una posizione di montaggio definita in fase di progetto e non modificabile dopo la prefabbricazione. Gli elementi lignei non sono intercambiabili fra loro e non possono essere modificati in cantiere. Il montaggio errato degli elementi lignei è quindi di fatto praticamente escluso perché non possibile fisicamente. Errori di montaggio sono quindi con tutta probabilità solo possibili se riconducibili a errori di fabbricazione - e quindi a errori di progettazione. Nell'eventualità poco probabile di un tale problema, è indispensabile l'intervento eccezionale della DL e dei progettisti per decidere come intervenire; in tali casi è con tutta probabilità indispensabile provvedere alla produzione di un nuovo elemento prefabbricato.

La realizzazione della prefabbricazione degli elementi lignei pronti per il montaggio permette di ridurre notevolmente il tempo di montaggio in cantiere e di evitare praticamente in modo assoluto gli errori di montaggio.

## 2. Flessibilità interna degli spazi

---

### 2.1 Introduzione

Il progetto proposto è impostato, a livello di programma, su alcuni concetti fondamentali il cui obiettivo è ottenere una struttura che, a parità di costo, sovrapponga i due usi previsti, quello di apprendimento e quello civico, in modo da offrire un edificio che, con un modesto incremento dimensionale rispetto al DM 75 (in ottemperanza alle indicazioni delle linee guida MIUR 2013), offra alla cittadinanza due infrastrutture pubbliche (scuola e centro civico), con un evidente risparmio sociale. **In sostanza due edifici pubblici sovrapposti.** Le soluzioni che danno forma a questo obiettivo, che riguardano l'intera struttura dell'edificio e l'organizzazione/reversibilità delle funzioni, sono i seguenti:

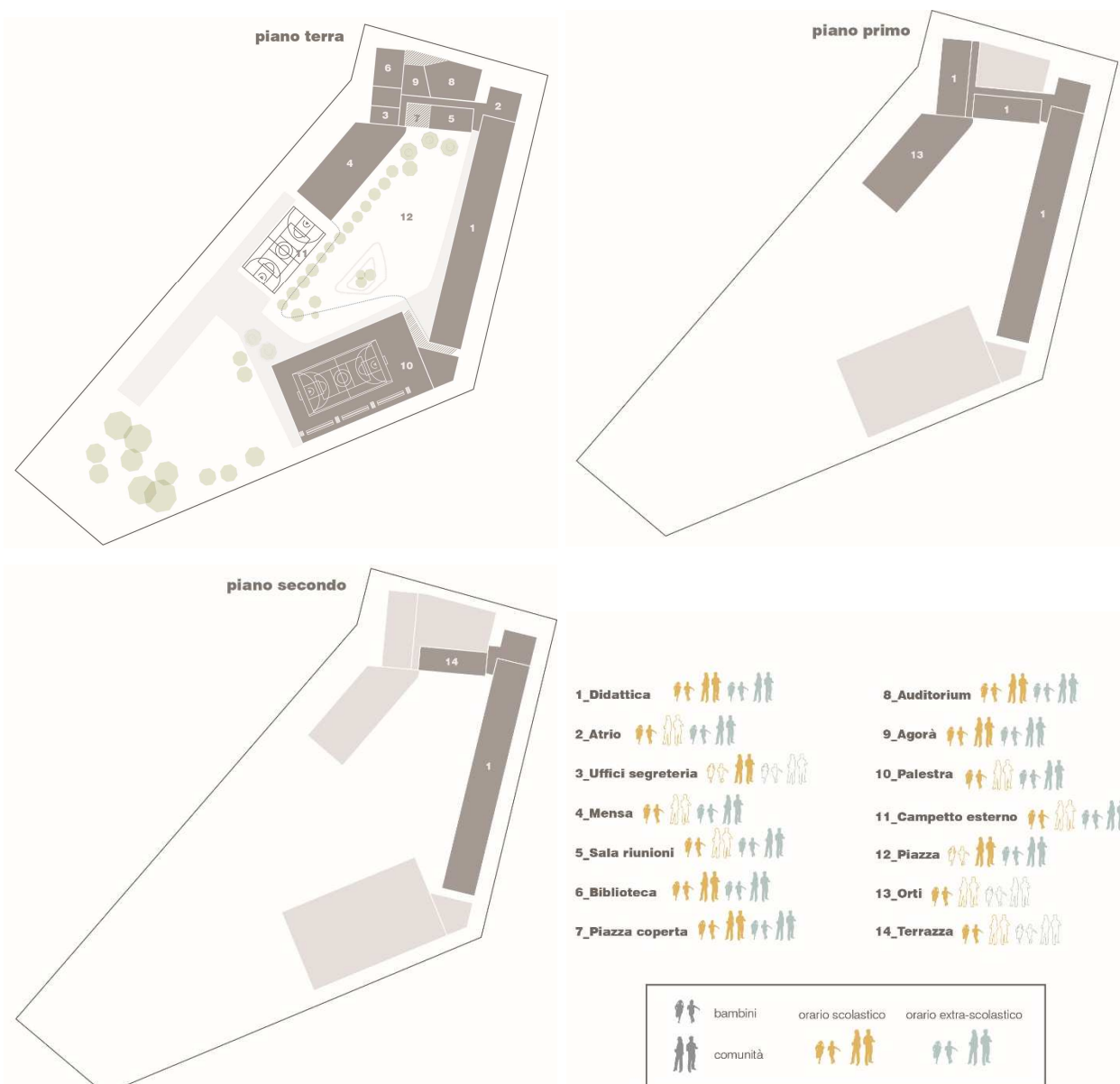
- 1) Accessibilità e sezionabilità delle varie parti, sia interne che esterne, favorita dalla struttura estesa;
- 2) Polarizzazione del complesso intorno a una piazza/giardino di possibile uso pubblico e attorno alla sportivo ricreativa della palestra e del parco
- 3) Distribuzione planimetrica che permette di ampliare il complesso scolastico
- 4) Previsione di un uso della struttura in un orario esteso (8:00 – 24:00)
- 5) Possibilità di aprire il corpo mensa sulla piazza/giardino e la palestra sullo slargo antistante e il parco, in modo da rendere possibile per eventi la realizzazione di uno spazio di misura urbana;
- 6) Trasformazione del connettivo in uno spazio interamente dedicato, a seconda degli orari, al relax collettivo e individuale, civici o di relax. Tendenzialmente il connettivo, salvo le scale e alcuni passaggi o filtri, svolge sempre una funzione
- 7) Uso del civic center, e accessibilità, prevista sia per usi didattici, sia civici, sia sovrapposti (agorà, auditorium, biblioteca, palestra e parco)
- 8) Strutturazione dei corpo aule/home base con uno spazio di pari dimensione libero e previsto per usi di apprendimento interclasse individuali, di relax e di incontro;
- 9) Aula/home base di forma prossima al quadrato per permettere la massima possibilità di aggregazione dei banchi relativa ai differenti momenti di apprendimento
- 10) Pareti acustiche tra le aule interamente abbattibili, in modo da poter unire due classi raddoppiando lo spazio a disposizione e favorendo integrazioni pedagogiche trasversali
- 11) Palestra interamente isolabile e accessibile dall'esterno con parcheggi dedicati
- 12) Impianti a controsoffitto facilmente riconfigurabili

Nel dettaglio:

### 2.2 Distribuzione e spazi aperti/funzioni di apprendimento e funzioni civiche

Il progetto si distribuisce intorno alla grande **piazza/giardino interna**. L'accesso alle funzioni di apprendimento ha luogo sull'estremità est del fronte su via Caterina da Forlì, controllato da una guardiola. All'interno una distribuzione ad anello permette di raggiungere le varie parti del complesso (aule, laboratori, mensa e palestra) e incrocia l'atrio/Agorà, intorno al quale gravitano le funzioni civiche. In questo caso, dato il modesto incremento delle misure in rapporto al programma da DM 75, si propone un **estensione dell'area civica** (agorà, auditorium,

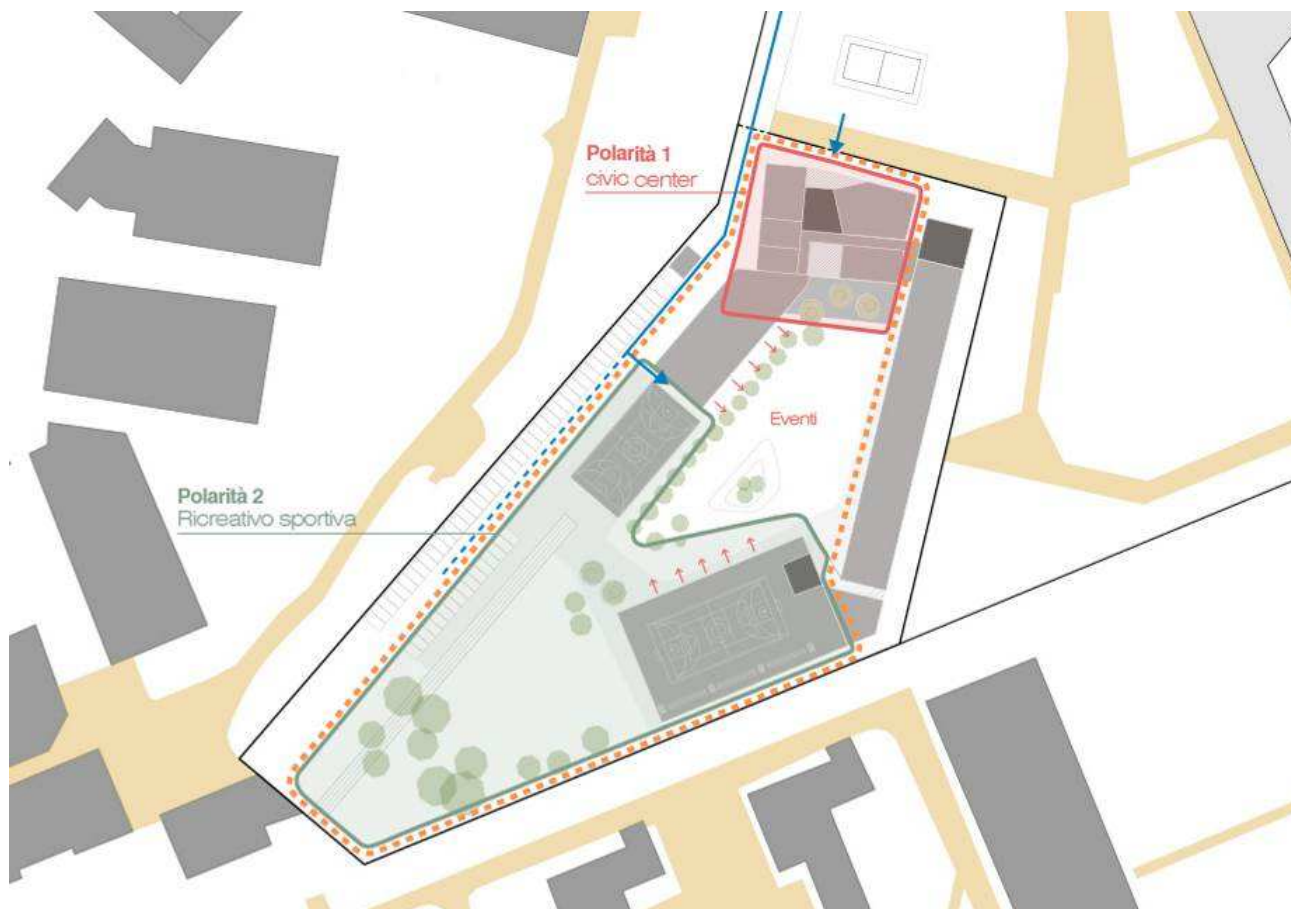
delle misure in rapporto al programma da DM 75, si propone un **estensione dell'area civica** (agorà, auditorium, biblioteca) **negli spazi aperti**, in parte coperti (atrio dell'ingresso e portico sulla corte), in parte aperti, come l'area pavimentata della corte più prossima al Civic Center. L'ingresso allo stesso è separato e rivela, grazie al profondo imbottito che conduce alla porta, l'equivalenza delle funzioni civiche e di quelle didattiche. La figura del fronte esprime simbolicamente lo stesso concetto. Il lungo corpo orizzontale ospita le funzioni civiche, con l'agorà, l'auditorium e la biblioteca. Il corpo delle aule, affacciato di testa sul fronte principale, rappresenta, attraverso l'ampia vetrata a tutta altezza, l'accesso alle funzioni dell'apprendimento.



### 2.3 Distribuzione e spazi aperti/ integrazioni

Gli spazi aperti, direttamente collegati i corpi degli edifici costruiti lungo il perimetro del lotto, costituiscono **due polarità** disponibili per usi didattici e civici secondo lo schema di orari descritti al punto successivo. la prima è la piazza/giardino, la seconda, a sud, è l'area sportiva e il parco. I due sistemi possono funzionare indipendentemente, oppure essere integrati in un unico grande spazio in occasione di eventi e nei periodi di

interruzione didattica. L'asse carrabile lungo il perimetro est dell'area permette l'accesso, le integrazioni e la possibile espansione descritta al punto 4.3.



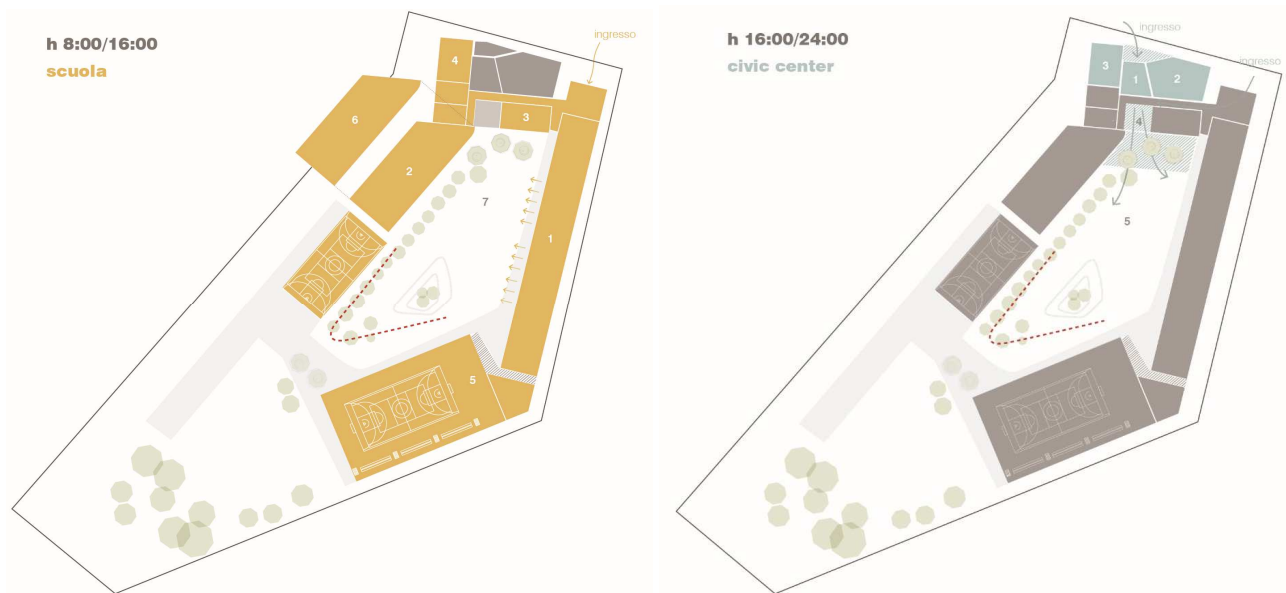
## 2.4 Tempi e modi: l'orario esteso

Le indicazioni di preliminare contenute nella relazione illustrativa e nelle linee guida per la progettazione, e più in generale la filosofia di fondo del documento ministeriale di riferimento (11 aprile 2013) configurano un edificio che assume il carattere di **infrastruttura pubblica**. La scuola, oltre alla funzione di apprendimento configurata dettagliatamente in modo libero, aperto e reversibile, è anche un epicentro. Un centro aggregativo per il quartiere e per la città. Alcune funzioni innovative, quali l'agorà e l'auditorium, sono pensati, insieme a zone relax ricavate nel connettivo, per funzionare come luogo di aggregazione per eventi, concerti, riunioni, mostre e altri possibili usi collettivi. Altre strutture, quali la palestra e la biblioteca, hanno una funzione specifica. Svolgono un ruolo dedicato al nucleo didattico della struttura, ma contemporaneamente sono aperti, in orari differenti, al pubblico. Questa complessa struttura di uso pone alcuni problemi di identificazione, di possibile separazione e di gestione che hanno una chiave funzionale nella gestione dell'**orario** e un esito fisico nella possibilità di aprire/chiudere selettivamente le varie parti della struttura.

### *Orario per attività di apprendimento (orientativamente 8 -16)*

L'Ingresso/atrio della scuola è il centro dell'attività didattica. Distribuisce il corpo delle aule (su tre piani) e, ortogonalmente, degli uffici amministrativi e laboratori (organizzati su due piani). Oltre l'agorà un corridoio conduce alla mensa, su un solo piano e affacciata sulla corte interna. La palestra è raggiungibile tramite un

percorso coperto in fondo al corridoio del corpo delle aule. Nella zona dell'Agorà, baricentrica rispetto alla distribuzione ad anello, si affacciano l'auditorium (ad uso esclusivo della scuola in quest'orario) e la biblioteca. La piazza verde centrale e l'area sportiva con il parco sono a disposizione per le attività di ricreazione e la didattica all'aperto. In questo orario la scuola è tendenzialmente chiusa al quartiere, anche se lo spazio agorà, vera piazza coperta, può facilmente essere aperta, favorendo l'ipotesi di una permanenza più lunga di genitori, parenti o insegnanti anche in sovrapposizione all'orario scolastico.



#### *Orario per attività civiche (orientativamente 16 - 24)*

L'agorà è il **centro delle attività civiche**. Accessibile indipendentemente dal fronte su Viale Caterina da Forlì può facilmente essere isolata dalle funzioni didattiche semplicemente chiudendo i filtri antifumo che, normativamente, separano le funzioni. Nell'orario extrascolastico tutte le funzioni che gravitano intorno all'agorà (Auditorium, biblioteca, aree relax) sono liberamente accessibili. L'auditorium può essere aperto, grazie a una parete acustica di separazione impacchettabile, sull'Agorà, aumentando lo spazio per rappresentazioni. La piazza esterna è la naturale integrazione dell'Agorà e può diventare una vera e propria piazza di quartiere negli orari liberi dall'attività didattica. Il profondo invasivo dell'ingresso e il portico sulla corte sono uno spazio di ampliamento dell'Agorà, all'aperto, ma protetti dalla pioggia. La palestra può funzionare insieme all'agorà oppure, tramite l'accesso carrabile lungo il perimetro est, in modo completamente indipendente

#### *Zona sportiva e parco (orientativamente 16 - 24)*

Grazie alla cancellata che separa la corte in due zone, didattica e Civic Center a nord, parco a sud, la zona sportiva con i campi all'aperto, la palestra e l'ampia piazza che li collega, possono agevolmente diventare disponibili in modo completamente indipendente. L'area sportiva e il parco esistente, in questo modo, sono disponibili ogni giorno, al termine dell'orario scolastico. In sostanza la zona del Civic Center con gli spazi aperti pertinenti e l'area sportivo/parco diventano **due polarità** per gli usi pubblici della cittadinanza.



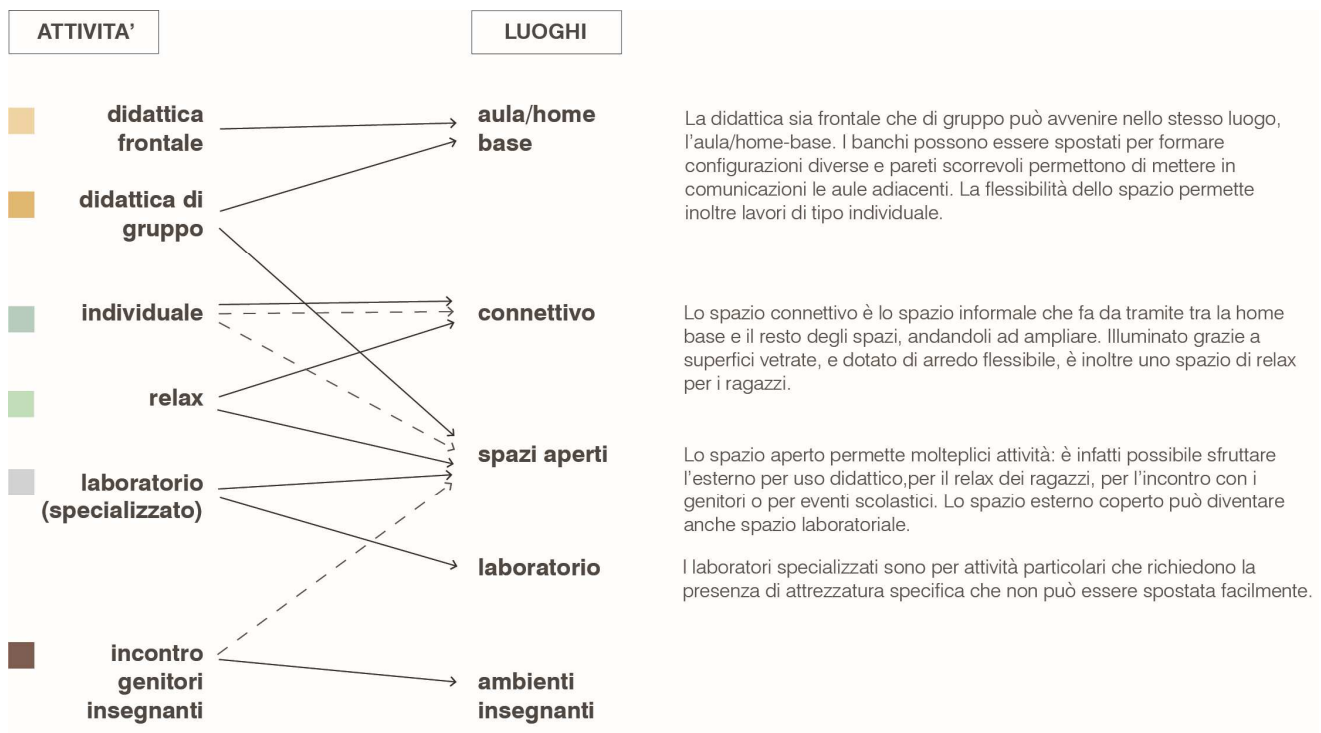


### *Integrazioni/Eventi speciali (feste e mesi di chiusura)*

La separazione delle funzioni e l'apertura selettiva per fasce orarie trova dei momenti di integrazione. La già accennata apertura a genitori e parenti dell'Agorà in orario scolastico può estendersi naturalmente alla piazza/giardino interna. La palestra e il parco sono accessibili direttamente. Inoltre, durante i periodi di chiusura della scuola, **le due polarità possono essere unite per eventi civici** che oltre allo spazio aperto, coinvolgono anche i corpi degli edifici che ne definiscono l'invaso. Sul lato ovest della piazza la mensa, a nord l'agorà, a sud la palestra possono aprirsi interamente sulla corte. La terrazza sopra la mensa è la naturale espansione della corte, grazie alla scala che la collega al portico dell'Agorà. La relazione tra interno ed esterno diventa continua e lo spazio a disposizione assume una misura realmente urbana

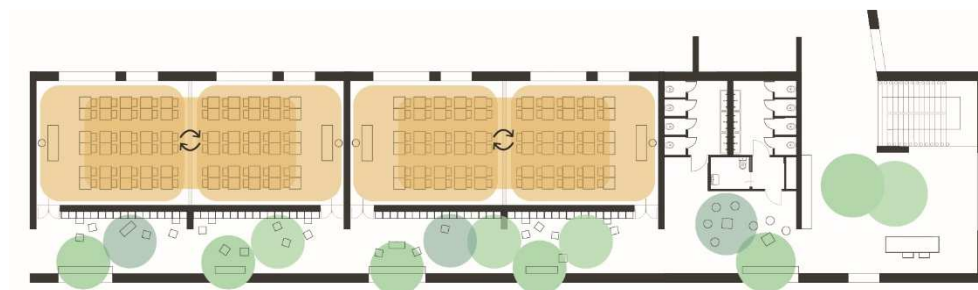
## **2.5 Didattica/la scuola come dispositivo pedagogico**

Le premesse del quadro normativo in corso di elaborazione e dei documenti di gara configurano la scuola come uno spazio integrato, osmotico in cui comfort e benessere si integrano a una flessibilità che è innanzitutto pedagogica e di conseguenza di configurazione spaziale. Nella scuola le informazioni, le relazioni, gli spazi e i caratteri ambientali si sovrappongono in una sintesi che si coniuga e dà forma alle esigenze dell'apprendimento. La permeabilità degli spazi, reale, visiva, i valori simbolici degli spazi rappresentativi (atrio, agorà) pongono una sfida estremamente interessante. Tematizzare le esigenze prestazionali (luce, isolamento acustico, comfort spaziale) con la massima versatilità. Lo spazio deve permettere, intorno al nucleo "resistente" della struttura la possibilità che le esigenze di unione ed individualità, di collegialità e isolamento, di apprendimento e relax che permettano, in sintesi, l'appropriazione dello spazio da parte degli utenti e la sua personalizzazione. Il programma dimensionale, con un lieve incremento rispetto alle prescrizioni da DM 75, hanno suggerito la strategia di coinvolgere lo **spazio aperto**, come risorsa disponibile, all'interno del circuito delle funzioni civiche e di apprendimento.



## 2.6 Edificio scolastico/ funzioni e relazioni

La sovrapposizione tra un'attività civica che prevede l'uso pubblico di alcune parti della struttura e le attività propriamente didattiche hanno suggerito (anche in ottemperanza alle disposizioni di DM 75) di spostare tutta l'attività didattica "tradizionale" ai piani superiori al primo. Il piano terreno rimane il luogo dove potrà avvenire, secondo le disposizioni pedagogiche e regolamentari elaborate nel quadro delle linee guida MIUR 11 aprile 2013, l'incontro tra la popolazione scolastica e la comunità. Il lungo corpo che delimita il lotto a est, interamente didattico, è l'unico con aule anche al piano terreno. E' distribuito su tre piani con aule esposte a ovest, in modo da ridurre l'irraggiamento diretto alle ultime due ore di attività didattica. Il primo piano è il vero cuore dell'attività. Il connettivo attraversa da est a ovest l'intero complesso, distribuisce i laboratori e termina nell'ampia terrazza, con orti pensili, affacciata dalla piazza giardino. Il secondo piano, limitato al corpo didattico a est, si estende in una terrazza/belvedere sopra il corpo dell'Agorà.

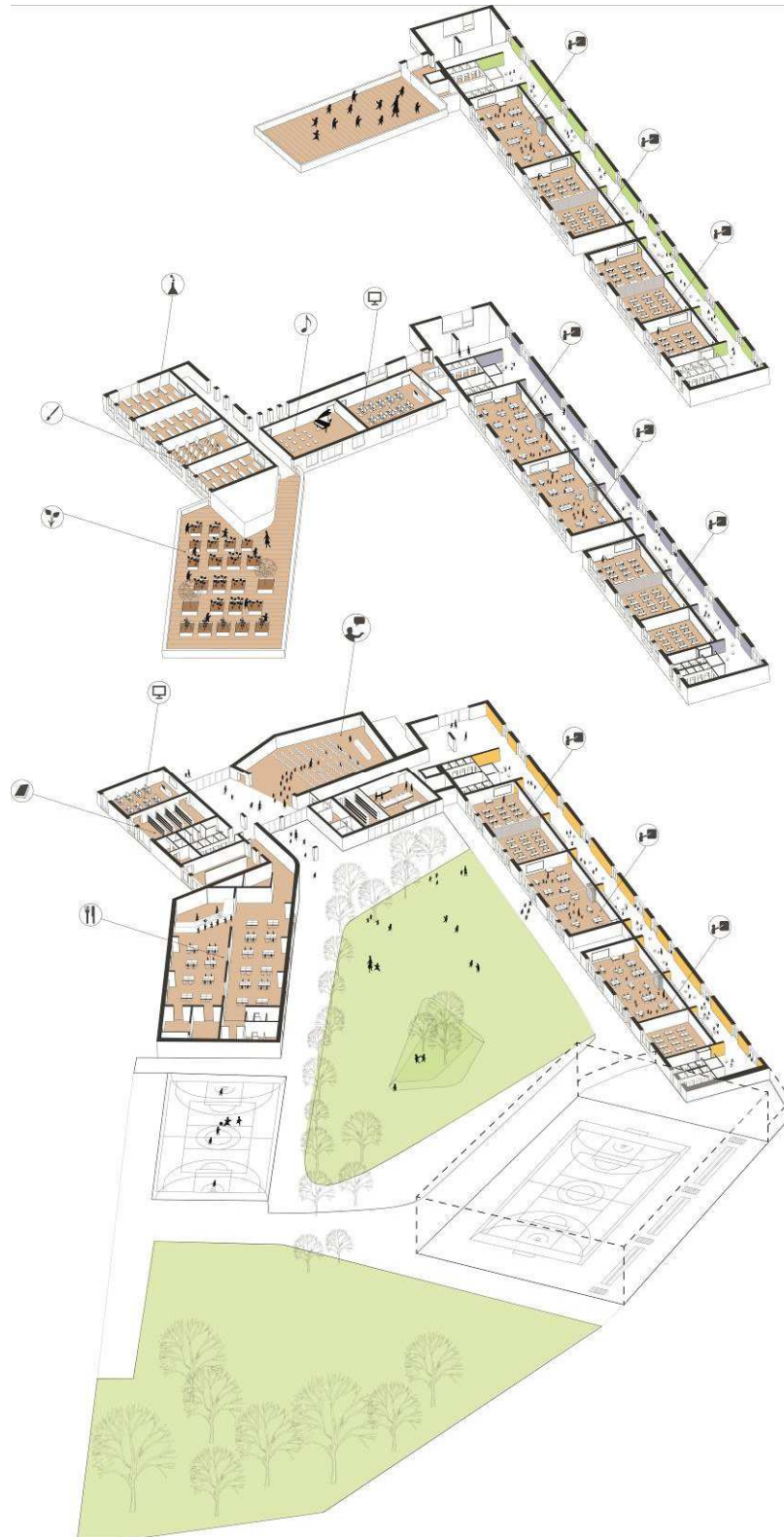


## 2.7 Aule/home base

La nuova scuola nasce da un nuovo modello di apprendimento e di funzionamento interno, dove la centralità dell'aula viene superata. I confini tra l'aula e gli spazi di apprendimento esterni si sfumano, diventano permeabili. E la didattica diventa un filo che collega tutti gli spazi della scuola. L'aula vera e propria diventa



uno degli spazi didattici, la Home base, il luogo dove si ritorna nei momenti di sintesi di una didattica che ha luogo in spazi e secondo modi articolati all'interno dell'intero edificio. Per quanto riguarda la sua struttura interna le aule hanno una forma orientativamente quadrata, in modo da poter permettere la maggiore flessibilità distributiva dell'arredo, che corrisponde a differenti modi di apprendere. Per file, a gruppi, a quadrato, a L. Disposizioni di banchi che permettano differenti modi di sviluppare l'interazione tra studenti e con gli insegnanti. Una parete mobile verificata acusticamente e interamente apribile permette di unire due classi, raddoppiando lo spazio a disposizione e favorendo integrazioni pedagogiche trasversali.



## 2.8 Connettivo/attività

Il connettivo è uno spazio di relazione e il luogo in cui si trovano alcune delle funzioni. I corridoi sono profondi 350 cm, e vi trovano spazio, per la profondità di un metro, gli spogliatoi collegati ad ogni classe. Nello spazio residuo, lungo i bordi, sono distribuiti alcuni arredi che permettono di ottenere spazi informali e di relax.

*Spazi informali e di relax:* sono individuati all'interno dello spazio connettivo delle aule, nell'agorà e nelle due ampie terrazze, sopra la mensa e nel corpo centrale sopra i laboratori al primo piano

*Spazio laboratoriale e atelier:* Le funzioni sono distribuite in aule specializzate nel corpo centrale, sopra l'Agorà, al primo piano. Sul fronte affacciato sulla corte interna si trovano i due elaboratori richiesti dalle linee guida preliminari. Uno di informatica e uno di musica. Sul fronte ovest del corpo, al confine con la strada carrabile di accesso, quattro laboratori di cui uno dotato di impianti idrico sanitari per attività di pittura due laboratori specializzati richiesti da linee guida preliminari.

*Spazio individuale:* lo spazio individuale, di relax e per attività di recupero, è interamente sovrapposto ad altre funzioni: all'aula laboratoriale per i corsi di recupero. Alle parti connettive, all'Agorà e alle terrazze per il relax individuale.

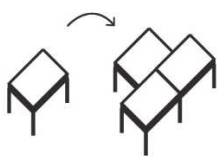
## 2.9 Mensa/spazio libero antistante/cucina didattica

La mensa e i servizi previsti occupano un edificio di un piano sul lato ovest della piazza/giardino. La struttura a corpo doppio è coperta da una terrazza direttamente accessibile dalla piazza/giardino. Il fronte est, affacciato sull'ampio spazio interno della corte, è aperto da ampie porte finestre interamente apribili. La mensa è pensata per poter diventare, nel caso di eventi, una naturale prosecuzione all'interno dello spazio pubblico della piazza giardino.

## 2.10 Flessibilità/Tipologie di arredo

Le diverse tipologie di arredo riguardano le differenti aree della scuola. Nell'aula home base sono previsti i banchi singoli aggregabili secondo le differenti configurazioni previste dalle attività di apprendimento. Nelle aule interciclo ad uso anche di attività individuali sono previsti banchi con computer con accesso ad internet. Negli spazi atelier, scaffali tavoli e sedie liberamente configurabili; nelle zone relax, incontro con genitori ed insegnanti ed attività libere arredi morbidi di forma libera.

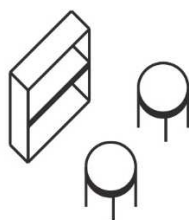
### Tipologie di arredo



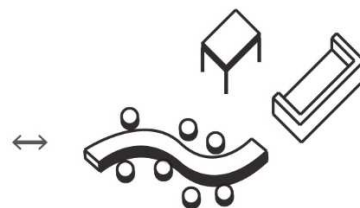
**Home Base/Didattica frontale e di gruppo**  
Banchi singoli che possono assumere configurazioni diverse per i lavori di gruppo.



**Aula interciclo/attività interciclo e individuali.**  
Banchi con computer e accesso a internet per attività interciclo e per studio individuale.

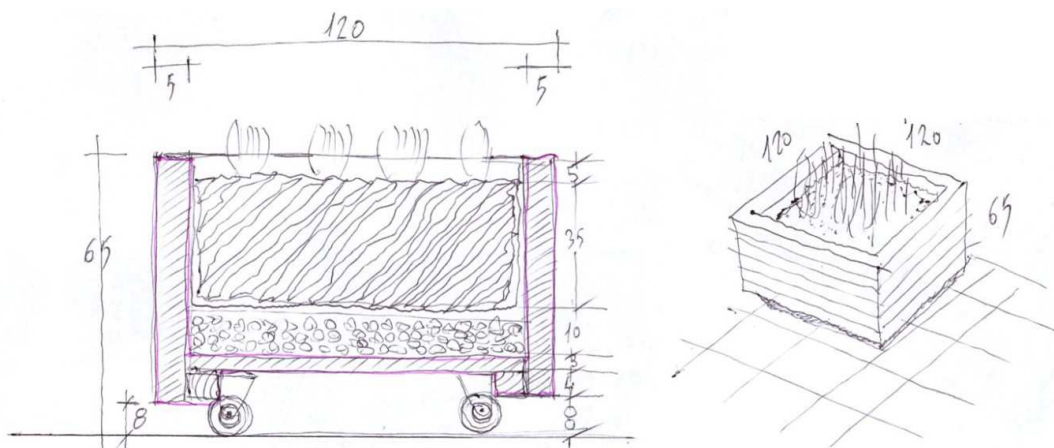


**Atelier/Laboratorio generico**  
Scaffali con strumenti per vari tipi di attività che i bambini possono usare liberamente sui tavoli presenti.



**Connettivo/Relax-incontro con genitori e insegnanti**  
Arredo morbido per il gioco e il relax e arredi per adulti (insegnanti e genitori).

*Orti*: sulla copertura della mensa, vera piazza pensile collegata all'Agorà e alla corte da una ampia scala, sono previsti degli orti mobili, contemporaneamente elementi di arredo e di formazione. La soletta di copertura è stata dimensionata valutando i carico aggiuntivo determinato dal peso della terra.



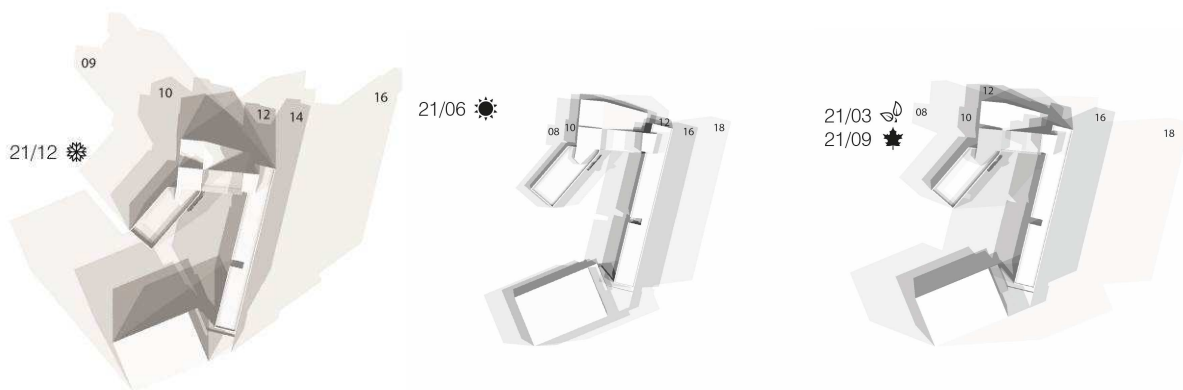
### 3. Aree a verde

#### 3.1 Il paesaggio della scuola/ la piazza giardino e il terrazzo pensile

Il sistema degli spazi aperti, direttamente collegati i corpi degli edifici costruiti lungo il perimetro del lotto, costituiscono **due polarità** disponibili per usi didattici e civici secondo lo schema di orari descritti al punto 1.4. la **prima** è la piazza/giardino, all'interno della corte definita dagli edifici. Un ampio cuore verde contornato da un percorso di calcestruzzo che si inspessisce in prossimità dell'agorà a formare uno slargo a servizio delle funzioni civiche. Il giardino è piantumato con alberi lungo il lato ovest e nel centro, su un rilevato di terra. Le essenze scelte sono Tigli (*Tilia europaea*) a centro delle sedute circolari, per garantire l'ombra, Pioppi tremuli (*Populus tremula*) lungo il percorso pedonale a ovest della piazza/giardino e Gelsi bianchi (*Morus alba*) sul rilevato al centro. Sono tutti alberi autoctoni e tipici della pianura padana. La punta sud del giardino è bordata da una recinzione con due cancelli in prossimità dell'ingresso alla palestra e alla fine della mensa, che permettono la separazione per orari dell'intero complesso. Lo studio delle ombre rivela un ampio soleggiamento del giardino che garantisce la manutenibilità e qualità del verde. Il lato est della corte, in fregio al corpo delle aule, è di pavimentazione carrabile (come l'accesso perpendicolare alla strada parcheggio) per permettere l'accostamento dei mezzi di soccorso in caso di incendi. La **seconda**, a sud, è l'area sportiva e il parco.

#### 3.2 Spazi aperti/ L'area sportiva e il parco

Lo spazio dell'area sportiva e del parco è strutturato da tre elementi. L'ampio slargo piazza che mette in collegamento la palestra con la strada carrabile e permette, durante gli eventi, la praticabilità dello spazio esterno in continuità con la sala della palestra. L'edificio della palestra stessa, con il lato ovest apribile sullo slargo. Il **parco esistente**, conservato nella sua struttura e nelle sue alberature, che diventa, negli orari di chiusura della scuola, una sorta di giardino murato disponibile per la cittadinanza e agevolmente accessibile dall'esterno grazie alla strada e ai parcheggi.



### 3.3 Gli orti sul tetto

La terrazza sopra la mensa, direttamente collegata alla piazza/giardino da un'ampia scalinata, è parte integrante dello spazio aperto a disposizione e ospita un sistema di **orti mobili** (che rientreranno nel capitolo arredi). Questi elementi, spostabili su ruote, integrano il paesaggio verde della corte e offrono una possibilità di apprendimento e di svago sia per la loro libera disposizione, sia per la funzione specifica, l'ortofloricoltura.

## 4. Accessibilità spazi di servizio al quartiere ed ai fruitori extra-scolastici

---

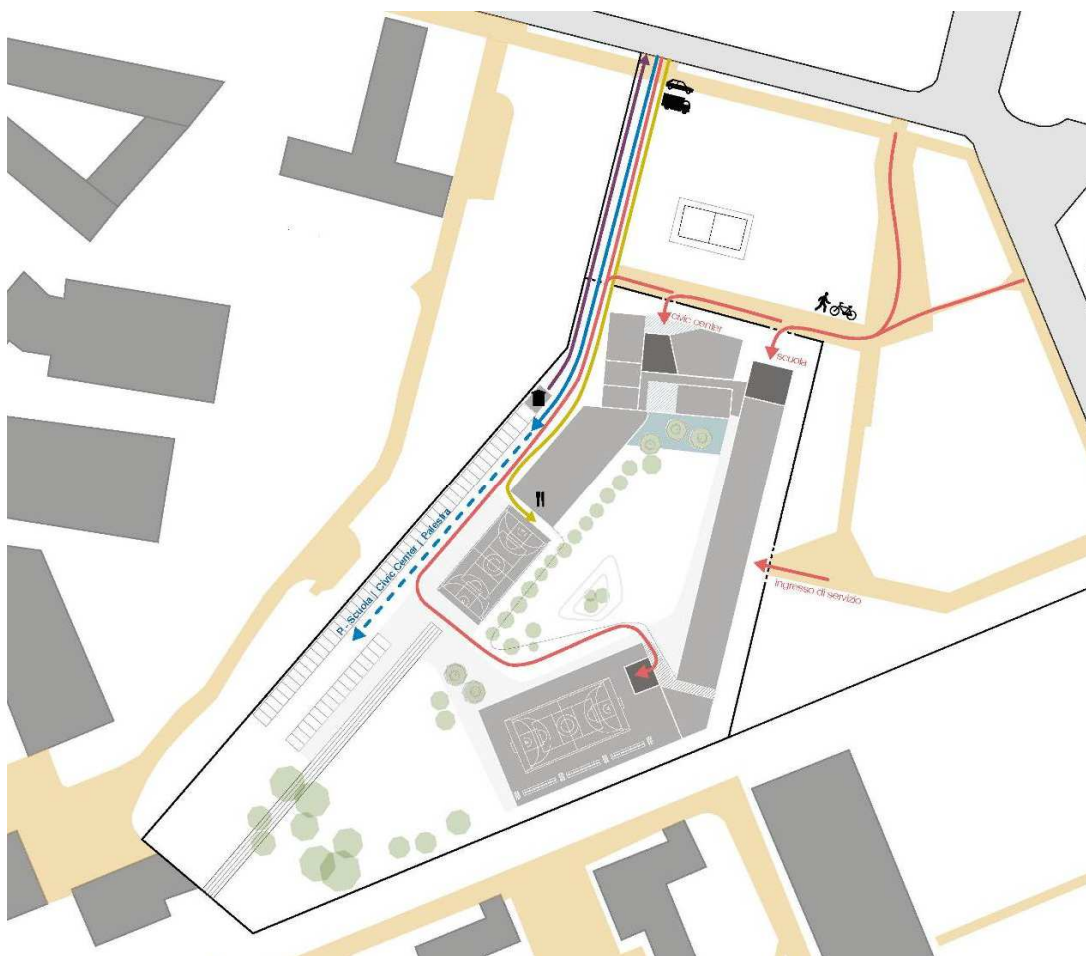
### 4.1 Accessibilità/ localizzazione accessi e flussi

Il progetto della scuola secondaria di 1° grado di Viale Caterina da Forlì/Via Piero Strozzi è situato nell'Epicentro comparto Ovest di Milano, nella **centralità urbana** denominata "Piazzale Tripoli".

È parte del programma di *"opere pubbliche funzionali all'attività scolastica/educativa e per spazi pubblici a parco, riguardanti aree ed edifici pubblici di proprietà comunale siti in Via Massaua, Viale Caterina da Forlì e in Via Pietro Strozzi, Milano"*. Il plesso scolastico oggetto del bando di concorso è all'interno di un sistema di scuole pubbliche che mette in relazione il progetto con la scuola di infanzia e asilo nido in Viale Caterina da Forlì (situata nell'area centrale spartitraffico), con la scuola di infanzia e asilo nido in Via Massaua e con la scuola primaria in Via Massaua/Piazzale Tripoli.

Questa relazione si svolge lungo l'asse verde di Viale Caterina da Forlì e ha un ruolo urbano di particolare rilevanza civica e paesaggistica. In particolare il lotto di Via Brocchi, staccato dal viale ma ampiamente visibile grazie al parco urbano che lo separa dall'importante asse urbano, è destinato a diventare il **motore simbolico** della trasformazione dell'intero sistema. L'ampia vista sul complesso ha suggerito di occupare interamente i bordi del lotto che affacciano sul parco, polarizzando i due lati. Il fronte nord, immediatamente visibile da Via Caterina da Forlì, è la testa del sistema e distribuisce l'ingresso al Civic Center e alla scuola. È **l'immagine civica del complesso**, il segno urbano che manifesta il rango dell'edificio alla comunità e alla città. Il fronte ovest, lungo via Strozzi, ospita la zona didattica e occupa interamente il lato del lotto affacciato sul parco. I due ingressi pedonali, al Civic Center e alla scuola, sono raggiungibili dai viali del parco e dalla strada che costeggia il limite est dello stesso, al confine con l'ospedale. Qui si trova anche l'accesso carraio che costeggia l'area e porta all'interno del lotto, distribuendo anche la palestra, accessibile direttamente, tramite un sistema di

separazioni apribili, in maniera completamente indipendente. La strada di confine ospita anche i parcheggi, escludendo sostanzialmente il traffico dei veicoli dall'area degli edifici e degli spazi aperti pertinenti.

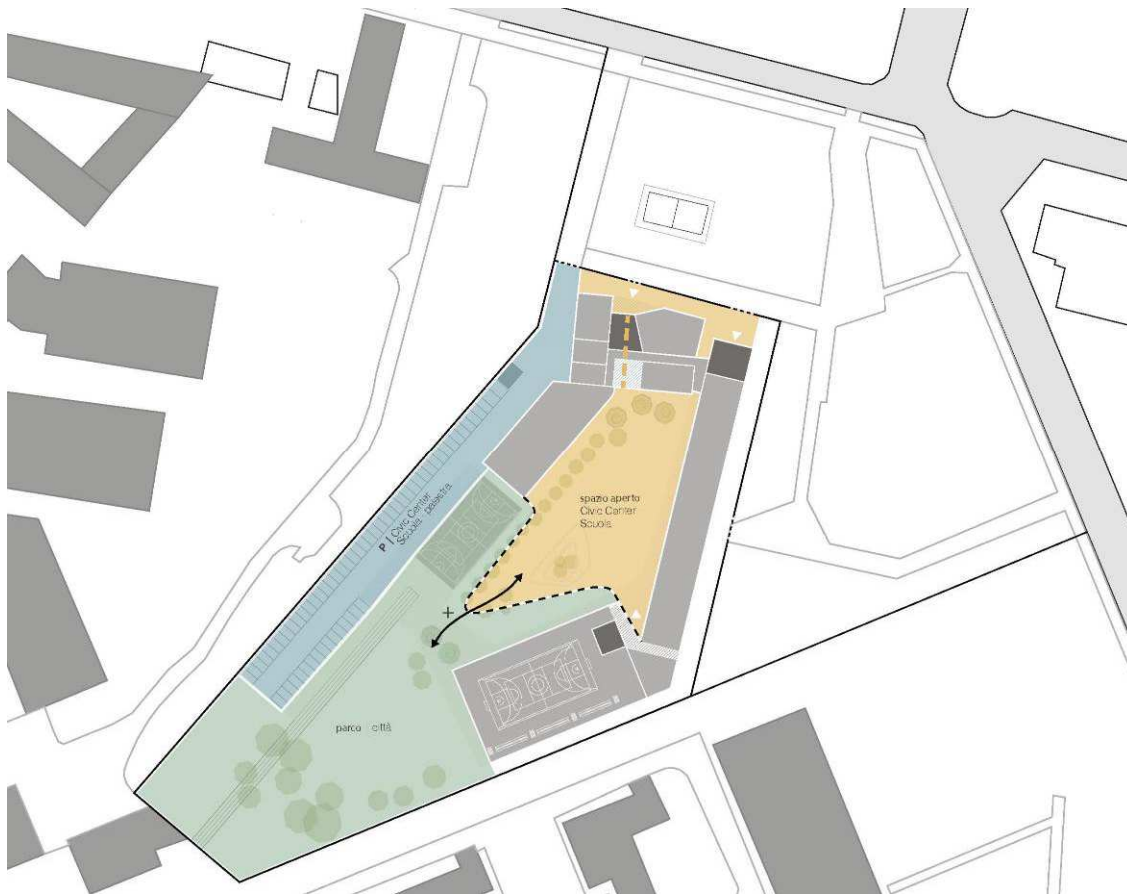


#### 4.2 Gestione delle attività/ tre aree isolabili

La planimetria di progetto dà forma ai differenti usi per i quali il complesso è disegnato, ed è diviso in **tre aree**. A est una fascia di distribuzione perimetrale carrabile e pedonale (1) che serve a orari differenti tutte le parti del complesso. Al centro dell'area un confine controllato da una cancellata separa la piazza/giardino a nord (2), dedicata in orario didattico alle funzioni di apprendimento e alle funzioni pubbliche del Civic Center, e a sud il parco e la palestra (3), disponibili per la comunità in orario extrascolastico. La divisione corrisponde all'uso quotidiano del complesso. In occasione di eventi o durante i periodi di chiusura della scuola l'intera struttura diventa disponibile per eventi, chiudendo la sola ala delle aule. L'esito, in occasione di eventi, è offrire alla comunità uno spazio di misura urbana.

Il progetto proposto è impostato, a livello di programma, su alcuni concetti fondamentali il cui obiettivo è ottenere una struttura che, a parità di costo, sovrapponga i due usi previsti, quello di apprendimento e quello civico, in modo da offrire una edificio che, con un modesto incremento dimensionale rispetto al DM 75 (in ottemperanza alle indicazioni delle linee guida MIUR 2013) offra alla cittadinanza due infrastrutture pubbliche (scuola e centro civico), con un evidente risparmio sociale. In sostanza **due edifici pubblici sovrapposti**. L'individuazione delle tre fasce, che possono essere isolate con recinzioni, permette di gestire l'apertura differenziata e gli orari d'uso delle varie funzioni

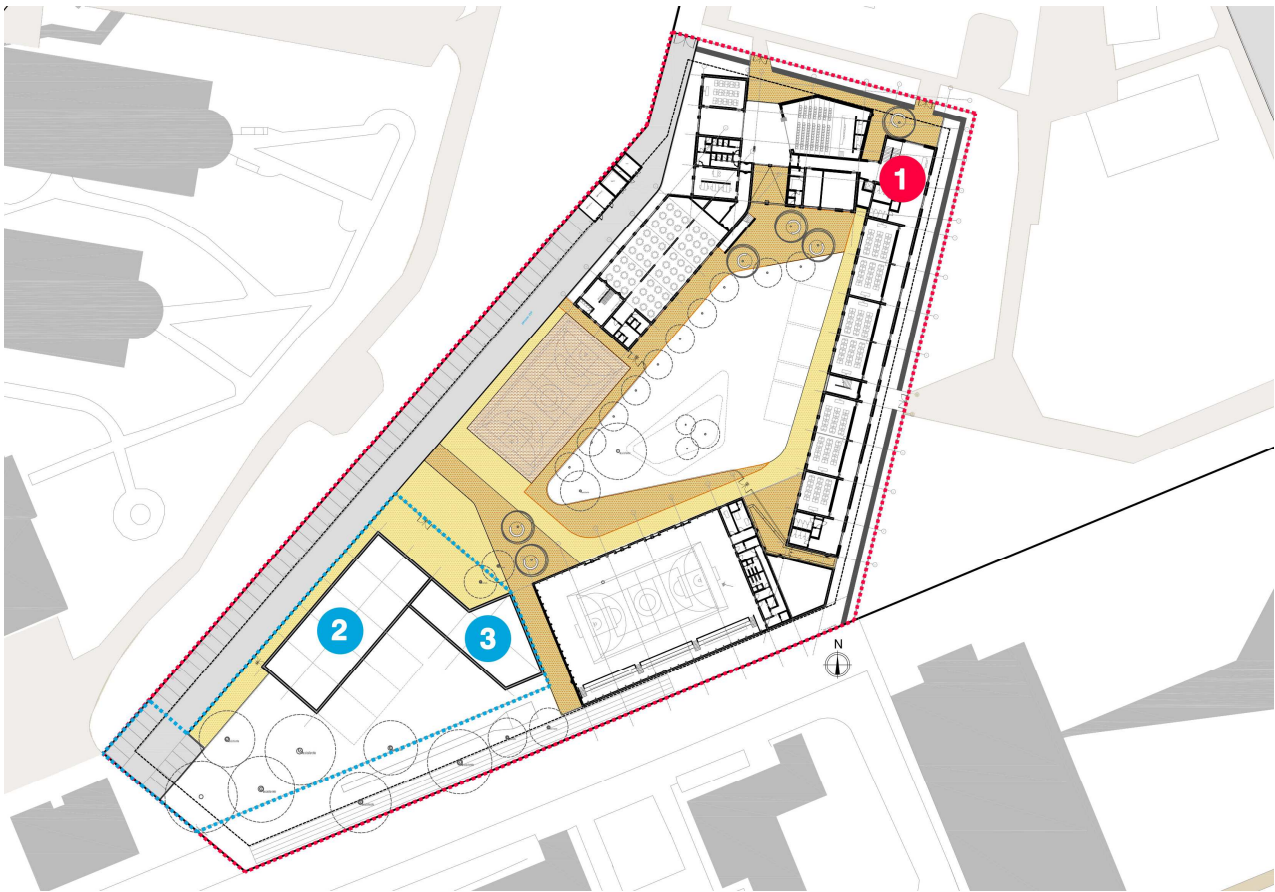




### 4.3 Spazi aperti e potenzialità incrementali

Il fronte del complesso, sul parco pubblico e sul Viale Caterina da Forlì, si specchia in uno spazio interno, vera piazza verde, che è contemporaneamente il cuore delle funzioni di apprendimento e delle attività civiche. Un ampio spazio libero costruito lungo il perimetro, che si apre verso l'estremità sud del lotto, dove il **parco esistente** della scuola demolita, di notevole qualità paesaggistica, è mantenuto allo stato naturale ed è potenzialmente accessibile insieme alla palestra, grazie al sistema di filtro che separa in due il lotto dalla zona nord, propriamente didattica, durante gli orari di chiusura. La realizzazione di un'accessibilità perimetrale lungo il confine est, cioè il muro dell'ospedale, permette inoltre un'espansione futura. I margini di edificabilità e di superficie coperta (calcolati ai sensi del DM 75) permettono infatti di costruire in futuro sull'area del parco una struttura scolastica delle dimensioni della **scuola di infanzia e asilo nido in Viale Caterina da Forlì**. L'ipotesi permetterebbe di realizzare due dei risultati attesi dal programma del comparto. Concentrare l'offerta didattica e civica e liberare l'asse verde di Viale Caterina da Forlì dall'attuale struttura, ora situata nell'area centrale spartitraffico.

<u>Superficie effettiva di pertinenza area scolastica:</u>	<u>16.500mq</u>
<i>Superficie coperta massima ammissibile:</i>	5.500mq
<u>Sup. coperta ipotesi Fase2:</u>	<u>5.342mq</u>
1/ Sup. coperta Scuola media (21 classi)/ Civic Center:	4.412mq
2/ Sup.coperta Scuola materna (3 sezioni):	630mq
3/ Sup.coperta Nido d'infanzia:	300mq



## 5. Comportamento estivo (discomfort, surriscaldamento)

La strategia progettuale si basa su due punti fondamentali: la massimizzazione delle prestazioni termiche dell'involucro e la minimizzazione dei consumi energetici dell'impianto di climatizzazione.

Le scelte adottate nella definizione dell'involucro prevedono l'utilizzo di una struttura in legno, soluzione in grado di raggiungere valori ottimali in termini di isolamento termico e di sfasamento dell'onda termica con valori ben al di sotto delle prescrizioni di legge, il tutto con spessori delle strutture inferiori rispetto ad una muratura tradizionale. Specificamente al comportamento estivo delle strutture, l'elevata massa volumica delle strutture proposte permette elevate prestazioni in termini di sfasamento dell'onda termica (8-12 ore) contribuendo sensibilmente al contenimento del carico termico di raffrescamento. Le coperture sono inoltre efficacemente protette dalla radiazione solare grazie al pavimento sopraelevato e dalla guaina bianca ad alta riflettanza che permettono la minimizzazione dell'irraggiamento diretto della struttura. In aggiunta i prospetti delle zone didattiche e del civic center sono rivestiti da una facciata ventilata coibentata con pannelli di legno cemento, realizzata in colorazioni chiare per minimizzare l'assorbimento della radiazione solare, a tutto vantaggio del comportamento estivo dell'involucro. Un ulteriore aspetto da sottolineare è la strategia impiegata per l'attenuazione dei ponti termici. La presenza di punti critici è infatti molto limitata grazie all'uso di isolamento sia nella parte interna che esterno delle strutture, oltre al già menzionato uso di legno lamellare (struttura continua e omogenea). Infine la scelta dei serramenti è ricaduta su tipologie in legno altamente prestazionali, con vetrocamera con argon 90%, fattore solare <35% e trasmittanza < 1,4 W/mqK, il tutto a

contribuire alla realizzazione di una struttura in grado di ridurre al massimo l'influenza delle condizioni climatiche esterne sul mantenimento delle condizioni di comfort degli ambienti occupati.

Parallelamente alle elevate prestazioni termiche dell'involucro, la scuola sarà dotata di un sistema di climatizzazione a bassa temperatura che, oltre a privilegiare l'impiego di fonti energetiche rinnovabili, permette di minimizzare il fabbisogno di energia primaria. Il sistema è costituito da generatori tipo pompa di calore ad acqua di falda e prevede l'uso di logiche di funzionamento che privilegiano l'impiego di apporti gratuiti nelle stagioni intermedie (Free Cooling).

I sistemi ambiente sono di tipo misto, con presenza di aria primaria in tutti gli ambienti e sistemi ad acqua per la neutralizzazione dei carichi termici residui. La scelta è in grado di fornire una termoregolazione ambiente omogenea e ottimale in tutte le stagioni, garantendo le condizioni di comfort col minimo dispendio energetico. Per la verifica delle scelte impiantistiche in fase progettuale è stata inoltre sfruttata l'opportunità dell'uso degli strumenti di simulazione energetica dinamica. Nello specifico sono state condotte elaborate analisi del comportamento termico dell'edificio, prendendo in considerazione anche l'effetto dei carichi interni previsti per le varie tipologie di occupazione ambiente. La scelta si è rivelata strategica nella valutazione dei carichi termici e delle loro interazioni, concretizzandosi nella possibilità di valutare i sistemi di condizionamento scelti studiandone la loro capacità di rispondere alle esigenze dei diversi ambienti.

## 6. Sostenibilità ambientale

---

L'edificio è stato concepito con una grande attenzione alla sostenibilità ambientale, come spiegato nella relazione R026 del progetto definitivo.

Innanzitutto, si è posta attenzione ad una progettazione energeticamente consapevole, che ha comportato:

- Alte performances dell'involucro, sia per il comportamento estivo che invernale dell'edificio, con elevata resistenza termica e idonea inerzia termica, anche grazie all'uso delle strutture in legno;
- Tecniche costruttive basate sul legno lamellare, con ricorso alla prefabbricazione e al montaggio a secco degli elementi, che porta alla riduzione dell'energia impiegata per la costruzione, dei tempi, e degli sfridi;
- Alta efficienza dei sistemi impiantistici, con produzione di calore da fonti rinnovabili (acqua di falda, con pozzi di presa e di resa) e di energia tramite pannelli fotovoltaici (come da normativa), con conseguenti emissioni di CO<sub>2</sub> praticamente nulle; la produzione di energia da fonti rinnovabili è superiore quindi ai minimi di legge, e porta l'edificio in classe energetica A+ (secondo D.G.R. VIII/8745);
- Allacciamento al teleriscaldamento per la funzione di backup ai sistemi con pompa di calore;
- Reti di distribuzione impiantistiche isolate ed efficienti;
- Uso di pannelli radianti a pavimento nelle aule didattiche per una migliore distribuzione del calore all'interno degli ambienti con uso di acqua a temperatura più bassa e minori dispersioni termiche;
- Corretto orientamento delle aule didattiche e predilezione per l'illuminazione naturale (ampie superfici finestate in ogni ambiente ma con caratteristiche bassoemissive e selettive per l'illuminazione omogenea degli ambienti);
- Illuminazione artificiale a LED.



In secondo luogo, è stata data particolare attenzione alla scelta di materiali ecocompatibili e sostenibili, spesso nuovamente riciclabili, come indicato nei protocolli ITACA, Casaclima, LEED e INBAR (Istituto Nazionale Bioarchitettura) e nella filosofia Cradle-to-cradle, ed in particolare:

- Uso di legno certificato FSC, di isolanti con ciclo di vita ecosostenibile, pannelli di legno mineralizzato, lana di vetro con resine naturali e senza formaldeide, linoleum di origine vegetale, il gres, il polipropilene riciclato per vespai aerati, i sottofondi, le vetrazioni con contenuto di vetro riciclato, etc;
- Uso della lana di vetro in quanto ottimo isolante termico, traspirante, ignifugo (quindi indicato per le strutture in legno, ottenuta da riciclo per l'80%, con ridotti rifiuti di fabbricazione, bassa energia di produzione, tale da favorire, nella life cycle analysis il materiale rispetto ad altri coibenti tradizionali (EPS, lana di roccia) ma anche di materiali a prima vista ecocompatibili, come la lana di canapa, con un ecobilancio migliore concernente emissioni di CO2 e uso di energia primaria);
- Attenzione alla qualità dell'aria, mediante la scelta di materiali idonei (materiali senza presenza di collanti artificiali, lana di vetro con resine termoindurenti naturali e senza formaldeide, uso di legno minerale nella palestra, linoleum di origine vegetale senza emissioni, etc).

Inoltre, sono stati inseriti accorgimenti costruttivi ed impiantistici volti alla sostenibilità ambientale:

- Riutilizzo dell'acqua piovana per i wc e l'irrigazione;
- Recupero di calore per gli impianti;
- Regolarità dell'involucro;
- Termoregolazione per tipologia di ambiente con spegnimento in caso di inattività nei vari periodi della giornata;
- Superfici esterne drenanti (verde, masselli autobloccanti, pavimentazioni in stabilizzato e altre pavimentazioni drenanti) per non limitare le superfici filtranti;
- Aerazione del vespaio contro l'accumulo di radon.

## **7. Monitoraggio, educazione e consapevolezza**

---

### **7.1 Monitoraggio**

Al fine non solo di costruire un edificio efficiente ma di consentire poi la misurazione ed il mantenimento delle sue prestazioni nel tempo, l'edificio sarà dotato di un sistema di Building Automation System, capace di:

- Monitorare i consumi energetici delle varie zone, potendo quindi confrontarle con un benchmark di riferimento; sarà possibile contabilizzare separatamente i vari sistemi (idrico, termico, elettrico) e le varie zone dell'edificio, incluse le aree esterne, per garantire una suddivisione delle spese per gli usi didattici ed extra didattici;
- Controllare da una singola postazione in corretto funzionamento degli impianti e impostare i suoi parametri di funzionamento principali (temperature di set-point, orari di funzionamento, temperature di produzione fluidi); Tutte le funzionalità potranno essere rese accessibili anche da postazioni remote, mediante connessione internet.

- Gestire e monitorare i guasti, manutenzioni programmate ed i malfunzionamenti, dei principali componenti del sistema.

A livello di educazione e consapevolezza, è possibile visionare da parte degli studenti e degli esterni tutte le informazioni relative alla funzionalità dei sistemi dell'edificio, inclusi i dati climatici, la produzione da fotovoltaico, la CO2 non emessa in atmosfera grazie al sistema edificio-impianti, i consumi, i quantitativi di acqua piovana recuperata, le portate delle risorse rinnovabili (tra cui l'acqua di falda) e del teleriscaldamento, l'indice di consumo istantaneo parametrizzato rispetto all'effettivo volume dell'edificio (W/mc). Tali dati saranno visualizzati tramite adeguati monitor situati in posizioni idonee per una efficace condivisione delle informazioni.

## **7.2 Educazione e consapevolezza**

La scuola contemporanea basa la relazione tra pedagogia ed esperienza degli spazi su un principio fondamentale: l'innovazione riflessivo-esperienziale. Un evento socio culturale, centrato su un'esperienza di uomini più che di apparati organizzativi. Il Concetto di "scuola attiva" (Bovet) e le innovazioni successive (esperienza montessoriana e pedagogia contemporanea) qualificano l'esperienza come centro della formazione. Inoltre l'interpretazione dell'innovazione, in questo caso tecnologica e di consapevolezza ambientale, come cambiamento migliorativo, certifica uno stretto legame tra innovazione e creatività. Per Fromm la creatività nasce dalla capacità di essere perplessi, dote innata nei bambini *"la loro faticosa attività nel tentativo di orientarsi in un mondo nuovo, di afferrare il significato delle cose perennemente nuove che apprendono attraverso l'esperienza"* (Fromm 1972, p.72).

La tecnologia è un mezzo e non un fine. Nella ricerca comune tra pedagogia e architettura alla parola innovazione si affianca quella di trasformazione. La scuola è una risorsa formativa. L'innovazione non sta nel risultato ma nel processo. La novità consiste nel processo di individuazione e personalizzazione della scuola. La formazione mette in relazione la struttura spaziale dell'edificio e il ruolo che la stessa ha nello sviluppo del processo formativo. Sottolinea l'interrelazione dinamica tra pensiero spaziale, consapevolezza ambientale e pensiero pedagogico/educativo. Da questo punto di vista è auspicabile che le possibilità di controllo e di gestione delle risorse, dei consumi energetici, del comportamento negli anni dell'edificio entrino nel circuito pedagogico come elemento di formazione civica, di educazione alla cittadinanza (Shama), secondo il più avanzato modello olandese. Da questo punto di vista la lettura dei dati di gestione e di monitoraggio, in forma di consuetudine "rituale" e di attività didattica, collegata ai laboratori di scienze, diventa un momento fondamentale del percorso pedagogico.

Una operazione didattica di sicuro successo potrebbe consistere nella distribuzione di materiale audio-video o cartaceo sul funzionamento del sistema edificio-impianti sopra descritto per sensibilizzare gli studenti ad un uso più consapevole delle risorse e dell'ambiente.

## **8. Strutture**

---

Sono state individuate soluzioni fondazionali che, nella completa garanzia di efficacia strutturale, premiassero l'operatività del cantiere (facile e spedita cantierabilità) ed insieme sfruttassero le caratteristiche proprie della

struttura in legno. In particolare, quest'ultima ha il pregio di elevata leggerezza strutturale; inoltre, almeno in numerose posizioni, essa grava a terra mediante setti allungati che garantiscono la distribuzione uniforme delle pressioni di contatto con le fondazioni. Quanto sopra ha perciò suggerito l'adozione di fondazioni dirette nastriformi. Tutte le fondazioni principali sono impostate sul primo livello di terreno vergine presente al di sotto degli strati di riporto individuati nelle prove geotecniche eseguite. Tale scelta progettuale consente di limitare gli scavi necessari e nel contempo garantisce la formazione di un sistema fondazionale sufficientemente rigido con una buona distribuzione delle pressioni sul suolo. Di pari passo, le deformazioni risultano contenute ed uniformi e certamente entro i limiti dell'ammissibilità strutturale. Il solaio del piano terra è impostato invece su muri in c.a., posti ad interasse ridotto, impostati sui livelli più superficiali del terreno, in modo da limitare ulteriormente gli scavi; le fondazioni dei muricci sono dimensionate in modo da limitare le pressioni a valori molto bassi, assumendo le rigidità verticali del terreno ( $k$  di Winkler) congruenti col livello di suolo interessato. Il nodo di connessione legno-fondazioni è stato studiato in modo da garantire una elevata affidabilità strutturale ed insieme la possibilità di regolazione, avendo verificato in altri interventi analoghi la delicatezza e l'importanza di questo aspetto costruttivo: spesso infatti la tolleranza costruttiva del calcestruzzo (rapportata dimensionalmente al centimetro) non si addice a quella del legno (rapportata invece al millimetro).

La struttura in legno è realizzata come struttura scatolare, tridimensionale in pannelli di legno massiccio a strati incrociati XLAM. Tutte le pareti strutturali assumano anche la funzione di lastra verticale, e quindi di elemento di stabilizzazione atto alla discesa nelle fondamenta delle forze orizzontali; allo stesso modo tutte le solette in XLAM sono realizzate in modo da assicurare la continuità strutturale nel proprio piano e quindi il ruolo di setto orizzontale a tutti gli effetti.

La struttura portante è quindi data dalle pareti verticali e dalle solette in XLAM. Queste superfici strutturali assicurano la continuità strutturale dal livello del terreno fino alla copertura, e ne assicurano la regolarità e la continuità sia in verticale che in orizzontale. Le aperture rendono queste pareti composte di più elementi di lunghezza diversa, collegati fra loro tramite le solette orizzontali. La continuità della discesa dei carichi dalla copertura alle fondamenta dell'edificio è assicurata dalla continuità dei diversi segmenti delle pareti verticali. Le aperture sono localmente sormontate da architravi, che distribuiscono i carichi sulle parti continue delle pareti verticali. I carichi puntuali che ne risultano si distribuiscono sulle pareti verso il basso. Non ci sono pareti verticali controventanti appoggiate "in falso" o pilastri appoggiati su elementi inflessi quali travi o solette. Le pareti verticali - come le porzioni delle stesse - senza continuità verso il basso sono considerate come non portanti ai fini della stabilizzazione orizzontale della struttura e non sono considerate nell'analisi strutturale globale dell'edificio.

Le solette sono formate da pannelli XLAM la cui orditura principale è stata disposta sulla luce di portanza principale. Vista la disposizione non identica in tutto l'edificio della distribuzione degli spazi, l'orditura delle solette è stata disposta in modo da non rendere necessaria l'introduzione di elementi strutturali che mettessero in discussione la regolarità della struttura globale e i passaggi impiantistici. Ne risulta una disposizione degli elementi XLAM di soletta che permette di distribuire i carichi verticali in modo piuttosto omogeneo su tutte le

pareti verticali. Le pareti verticali sono, cioè, tutte caricate con una porzione di carichi verticali provenienti dalle singole solette.

Oltre alle dimensioni degli elementi strutturali XLAM per le pareti e le solette, come pure alla tipologia, disposizione e dimensione dei collegamenti, il sistema costruttivo può essere definito come segue:

- Spessori delle pareti e delle solette XLAM definiti;
- Collegamenti secondo le tipologie indicate, a garantire la continuità strutturale della costruzione sia in verticale che in orizzontale; collegamenti fra i diversi elementi strutturali (orizzontali e verticali) prevalentemente continui su tutti gli spigoli di contatto, in modo da assicurare la continuità del flusso di forze fra gli elementi strutturali piani;
- Elementi di parete di altezza corrispondente ad un piano (nessun giunto orizzontale) in modo da non pregiudicare la rigidità globale; elementi di parete di lunghezza (dimensione orizzontale) sufficientemente grande, in modo da non precludere la rigidità delle parti di parete controventante e da mantenere la regolarità e la continuità della struttura;
- Il numero di pannelli XLAM a formare le solette deve essere mantenuto ridotto, in modo da ridurre al minimo il numero di giunti fra i singoli elementi e non pregiudicare l'effetto di lastra controventante delle solette;
- Tutti gli elementi XLAM sono formati da almeno 5 strati, dove lo spessore dei singoli strati non è superiore a 42 mm; con questo si assicura la migliore omogeneità delle rigidità delle lastra (orizzontamenti, controventatura) e la correttezza delle ipotesi della regolarità della struttura;
- Elementi di "cordolo" alla base, o fra le pareti e le solette, di legno lamellare o massiccio non sono previsti, in quanto troppo deboli allo schiacciamento e oggetto di schiacciamento locale che ridurrebbe la rigidità globale della struttura.

Le basi normative per questo progetto sono le NTC08 e il documento edito dal CNR (DT206) con le "Istruzioni Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno".

I pannelli XLAM utilizzabili quali elementi strutturali devono avere una certificazione e di una marcatura di prodotto in accordo con le disposizioni del capitolo 11 del DM/08. Il ricorso alla documentazione scientifica attuale è regolato tramite le omologazioni pertinenti.

Dal punto di vista della struttura portante di legno, questo edificio rappresenta semplicemente l'applicazione delle tecnologie attuali in modo ideale. I limiti delle possibilità attuali sono rispettati, come dimostra l'analisi strutturale eseguita. La struttura prevista rientra nel quadro normativo attualmente vigente; i materiali e le soluzioni impiegati sono di tipo normale, nessuna soluzione speciale o inedita è applicata.

## 9. Materiali interni

---

Per le finiture esterne e interne si confronti anche le tre tavole di Rendering 7.1, 7.2, 7.3 “Immagine architettonica”.

Di seguito i materiali specifici e le finiture individuati per ambienti. Per quanto riguarda la posa degli elementi strutturali secondarie e degli elementi non strutturali, questi devono essere forniti e posati secondo le prescrizioni dell’art. 7.2.3 del DM 14.01.2008.

### **Pavimentazioni interne ed esterne**

- Tutti gli ambienti didattici e di collegamento: Pavimento in teli di linoleum a tinte unite, superficie protetta con adeguato trattamento, spessori: 2 mm classe R9.
- Bagni: Pavimento in piastrelle di ceramica, monocottura, con superficie smaltata, spessore 8 ÷ 10 mm. 20 x 20 cm, tipo tinte unite, classe R10. Sono previsti angolari e guscia nei locali bagni e cucina.
- Terrazzi: Pavimento in lastre modellate a porfido, composte da inerti di porfidi naturali legati con malta di sabbie silicee e cementi ad alta resistenza, spessore 38 mm, dimensioni 40 x 40 cm, posate su piedini (pavimento galleggiante)
- Ingresso scuola e rampe di raccordo esterne: Pavimento a semina o spolvero di granulato sferoidale con incorporo superficiale di quarzo di cemento con superficie compatta e lisciata.
- Soglie in pietra

### **Controsoffitti, controsoffitti e rivestimenti acustici**

- Controsoffitto aule: controsoffitto in lastre con foratura circolare sparsa in gesso rivestito sp.1,25cm + lana di roccia (50kg/m<sup>3</sup>, sp.4cm);
- Controsoffitto corridoi, mensa, locale insegnanti: controsoffitto in lastre con foratura circolare sparsa in gesso rivestito sp.1,25cm + lana di roccia (50kg/m<sup>3</sup>, sp.4cm);
- Controsoffitto bagni, cucina e depositi: controsoffitti in cartongesso liscio;
- Rivestimento acustico pareti palestra: pannelli isolanti termici ed acustici (tipo Celenit) in lana di legno di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland sp.25mm + lana di roccia (70kg/m<sup>3</sup>, sp.5cm).

### **Pitture**

- Tutti gli ambienti sono verniciati con smalto lavabile fotocatalitico.

## 10. Manutenibilità e durabilità

---

Il modello BIM contribuisce alla pianificazione della corretta manutenzione di tutti gli elementi tecnici della costruzione, siano essi civili, strutturali o impiantistici; un modello predisposto e aggiornabile, come quello fornito, contiene i parametri corretti per l’implementazione e la pianificazione delle attività di manutenzione, ampliamento, trasformazione, da compiersi anche in momenti diversi lungo l’intero arco di vita dell’edificio, con esportazioni di dati mirate tramite gli abachi propri del programma o anche interagendo con altri software. Tra questi parametri, comunque riconfigurabili, è stato inserito: produttore-modello, anno di installazione,

durata garanzia, ciclo di vita supposto, tipologia degli interventi di manutenzione, frequenza degli stessi, figure specializzate ad ottemperare alle prescrizioni del piano.

### **10.1 Manutenibilità e durabilità dei materiali esterni**

La durabilità dei materiali esterni è determinata fundamentalmente da tre fattori: resistenza agli agenti atmosferici, stabilità dimensionale, stabilità cromatica. La scelta espressiva e tecnologica fondamentale per le facciate è un sistema di rivestimento di pannelli di Viroc, materiale portoghese studiato per rivestimenti esterni e trattato per la durabilità dimensionale e la resistenza agli agenti atmosferici. E' un pannello in fibrocemento a base lignea: materiale composito costituito da una miscela di particelle di legno e cemento compresso ed asciutto. Il materiale è montato come facciata ventila e avvitato con viti inox borchiate e guarnite su sottostruttura incrociata. Ha un aspetto non omogeneo, caratteristica naturale del prodotto, ed è prodotto in vari colori. Il materiale ha un aspetto naturale e nella particolare partitura adottata nel progetto (doghe verticali strette) riproduce l'immagine vegetale di una pannellatura in legno. L'immagine esterna dell'edificio scolastico riesce a coniugare un'espressività che richiama la natura del materiale strutturale (pannelli di legno in X-Lam) con la necessaria durabilità che sconsiglia l'uso di legno naturale nelle condizioni climatiche e igrometriche di Milano. La composizione è: Cemento Portland CEM II/A-L 42,5R, trucioli di legno di pino, silicato di sodio -  $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ , solfato di alluminio -  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , acqua. Non contiene formaldeide (classificazione E1 ai sensi della norma ENV 717-1). Il materiale è colorato in pasta, è prodotto dalla casa madre con doppia verniciatura con vernici a base naturale. Il montaggio prevede intorno ai fori delle piccole asole (protette da una guarnitura) per le dilatazioni termiche, ha una notevole resistenza meccanica e, come il cemento, una possibilità di variazione cromatica che concorre all'immagine naturale ricercata. Il montaggio dei pannelli con viti inox esterne rende estremamente facile la sostituzione. Il materiale sarà approvvigionato per questo fine.

I serramenti delle ampie vetrate sono in legno. Il materiale è trattato con vernici naturali di resistenza e il gocciolatoio è rivestito in metallo. Gli incastri angolari, date le ampie luci, saranno realizzati con particolari incastri a pettine, che garantiscono la geometria da possibili fenomeni di svergolamento. Le cerniere sono ad alta resistenza in inox.

La copertura falda dell'agorà visibile da Viale Caterina da Forlì e dal parco pubblico antistante gli ingressi è realizzata in lamiera metallica con doppia graffatura. Il metallo, con cui sono realizzate anche colmi, scossaline, gronde, cantonali e ogni elemento necessario al corretto funzionamento, unisce caratteristiche di estrema resistenza a semplicità di rimozione temporanea o sostituzione in caso di interventi. Le coperture piane praticabili (tetto giardino ricreativo e orti pensili) sono in pavimento sospeso con quadrotti a base cementizia, di facilissima ispezionabilità e sostituzione. Il tetto della palestra, non praticabile, è in doppia guaina ardesiata ad alta resistenza di colore chiaro.

Gli spazi verdi, per i quali si rimanda allo specifico capitolo sono previsti, sia riguardo alla distribuzione delle essenze sia per le parti pavimentate, in base al diagramma delle ombre, in modo da rendere il verde efficace e ottimamente manutenibile. Le pavimentazioni sono in materiali semplici, di progressiva resistenza in base all'uso e alla pertinenza al parco o agli edifici. Calcestre i vialetti, autobloccanti a base cementizia per la piazza, pietra per gli ingressi e le scale esterne.

## **10.2 Manutenibilità e durabilità dei materiali interni**

Per la descrizione dei materiali interni si rimanda al capitolo specifico. Si specificano solo i criteri che hanno governato, da un punto di vista di manutenibilità, i materiali interni. Nelle aule e nelle aree didattiche il pavimento è in teli di linoleum a tinte unite trattato, in modo da unire la sensazione di comfort e morbidezza suggerita dalle linee guida alla semplicità di lavaggio e di sostituibilità (materiale in fogli). Le aree di maggiore affluenza pubblica sono in gres porcellanato ad alta resistenza. Tutte le zone umide sono rivestite in piastrelle. I muri sono interamente rivestiti in doppia lastra di cartongesso, per aumentare la resistenza meccanica agli urti. Le pareti delle aule e delle aree didattiche sono interamente verniciate con idropitture lavabili.

## **10.3 Manutenibilità e durabilità degli impianti**

Particolare attenzione è stata posta nella scelta dei sistemi al fine di minimizzare i costi di manutenzione. Tutti i circuiti idraulici ed idronici sono dotati di sistemi di trattamento acque e sistemi di filtrazione in modo da non compromettere il funzionamento dei componenti nel tempo e garantirne la durata.

Come da richiesta, tutte le reti aerauliche saranno dotate di accesso per ispezione e pulizia, in modo da poter mantenere nel tempo un'elevata qualità dell'ambiente interno nonché la piena funzionalità degli ambienti.

Tutte gli ambienti sono alimentati da una unica fonte energetica costituita da un gruppo in pompa di calore che sfrutta come sorgente l'energia termica della falda. In caso di guasto, il sistema è dotato dell'allaccio al sistema di teleriscaldamento di quartiere, che fornirà l'energia termica necessaria sia per l'impianto di riscaldamento che per l'acqua calda sanitaria. La pompa di calore, dotata di doppio compressore, fornisce dunque il 50% della sua potenzialità anche durante attività manutentive al singolo compressore. La produzione di acqua calda sanitaria è divisa su due circuiti autonomi, posti in connessione tra loro, in modo da evitare fermi tecnici.

Gli impianti saranno realizzati garantendo una totale modularità e autonomia delle singole zone, per garantire, anche durante i periodi di fermo, il funzionamento degli ambienti non interessati. Tutti i sistemi richiedono limitati interventi di manutenzione, riuscendo a mantenere le loro performance nel tempo.

Tutti i circuiti pompe in centrale termica saranno forniti di backup in grado di soddisfare totalmente la potenzialità della rete di riscaldamento-raffreddamento. Tutti i motori sono dotati di inverter al fine di ridurre il coefficiente di carico e di conseguenza l'usura e gli interventi manutentivi. Negli ambienti non sono presenti terminali dotati di motori o parti mobili; non ci saranno interventi manutentivi ordinari agli interni degli ambienti. Per quanto riguarda gli impianti elettrici, le scelte sono state indirizzate verso apparecchi con lunghi cicli di vita a prestazioni elevate e costanti nel tempo. Il sistema di illuminazione è previsto Full LED ed in particolare nelle aree con elevata presenza di persone sono stati inseriti regolatori di luminosità e presenza al fine di ridurre al minimo l'usura degli apparecchi. Tutti gli impianti sono facilmente accessibili e sezionabili in modo da ridurre al minimo i disservizi.

## **10.4 Manutenibilità e durabilità delle strutture in legno**

Si rimanda ai capitoli precedenti. In particolare cap1, par.1.4 e 1.5.