

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN
ARCHITETTURA

Edifici Pubblici ed Energeticamente Sostenibili e nuove formule di finanziamento.
Progetto per la riedificazione della Scuola "Tambroni" a Bologna.

Tesi in
Architettura Sostenibile

Relatore:
Prof. Arch. Ernesto Antonini

Correlatore:
Arch. Lamberto Amistadi
Prof. Sergio Copiello

Presentata da:
Era Dajci
Linda Martello

Sessione: Prima
Anno Accademico: 2015-2016

INDICE

Abstract	p . 9
Capitolo Primo - Il Contesto	
1.1 La Scuola Clotilde Tambroni	p. 15
1.2 Criticità dell'Area	p. 16
1.3 Assetto urbanistico e servizi scolastici nel Quartiere Santo Stefano del Comune di Bologna	p. 19
1.4 L'area "Ex Caserma Mazzoni": caratteristiche e previsioni di utilizzo	p. 22
1.5 Ipotesi di trasferimento della Scuola Tambroni	p. 23
1.6 Scenario economico dell'operazione con finanziamento tramite terzi	p. 24
Capitolo Secondo - Il Quadro Normativo	
2.1 Normative sull'edilizia scolastica	p. 31
2.1.1 Concetto di Sviluppo sostenibile	
2.1.2 Strategie di Progetto	
2.2.3 Prescrizioni Normative	
2. 2 Rassegna di casi di edifici scolastici sostenibili	p. 37
Capitolo Terzo - Il Progetto	
3.1 Programma funzionale e design brief	p. 47
3.2 Studio della localizzazione del nuovo edificio nell'area	p. 48
3.3 Ipotesi di articolazione distributiva	p. 51
3.4 Il Progetto Architettonico	p. 53
3.4.1 Gli Assi Principali	
3.4.2 Il Recinto	
3.4.3 La Griglia	
3.4.4 Le Gerarchie degli Spazi	

3.4.5 Pieni e Vuoti	
3.4.6 Funzioni	
3.4.7 Materiale, Luce e Colore.	
3.5 Lo spazio verde e i percorsi	p. 59
Parte Quarta - Il Progetto Tecnologico	
4.1 Progetto degli elementi costruttivi	p. 65
4.1.1 La struttura	
4.1.2 L'involucro	
4.1.3 Le Schermature	
4.1.4 Il Tetto Verde	
4.2 Prestazioni di comfort e livelli di benessere	p. 68
4.2.1 Comfort Outdoor	
4.2.2 Comfort Luminoso	
4.3 Involucro ed Energia	p. 70
Bibliografia	p. 73
Allegati	p. 79

ABSTRACT

Nell'attuale contesto italiano, di crisi economica, dove la pubblica amministrazione non ha più la possibilità di investire nelle opere pubbliche, si rende necessario affiancare alla progettazione architettonica la progettazione economica.

In uno scenario dove l'emergenza energetica è al centro della politica europea, si rende necessario riqualificare l'esistente e valutare i costi energetici

Affiancare queste discipline permette di pianificare e strutturare progetti, valutando quali tra le possibilità di realizzazione, risultano strategiche.

L'oggetto della tesi è Progetto per la riedificazione della Scuola "Tambroni", in Zona Murri, Quartiere Santo Stefano, Bologna.

La tesi si propone di spostare questo Polo Scolastico esistente in una nuova zona, per far fronte oltre ai problemi appartenenti allo stabile stesso, anche a quelli che coinvolgono le aree dismesse di Bologna, in questo caso in un'Ex Caserma.

Trattandosi di un edificio di nuova costruzione, si è cercato di ottenere la classe energetica più elevata, diminuendo così l'impatto ambientale sull'area d'interesse.

L'ipotesi presentata è il risultato di diverse strategie, mirate a produrre un progetto economicamente realizzabile, ambientalmente sostenibile, psicologicamente confortevole per gli utenti.

Capitolo Primo

Il Contesto

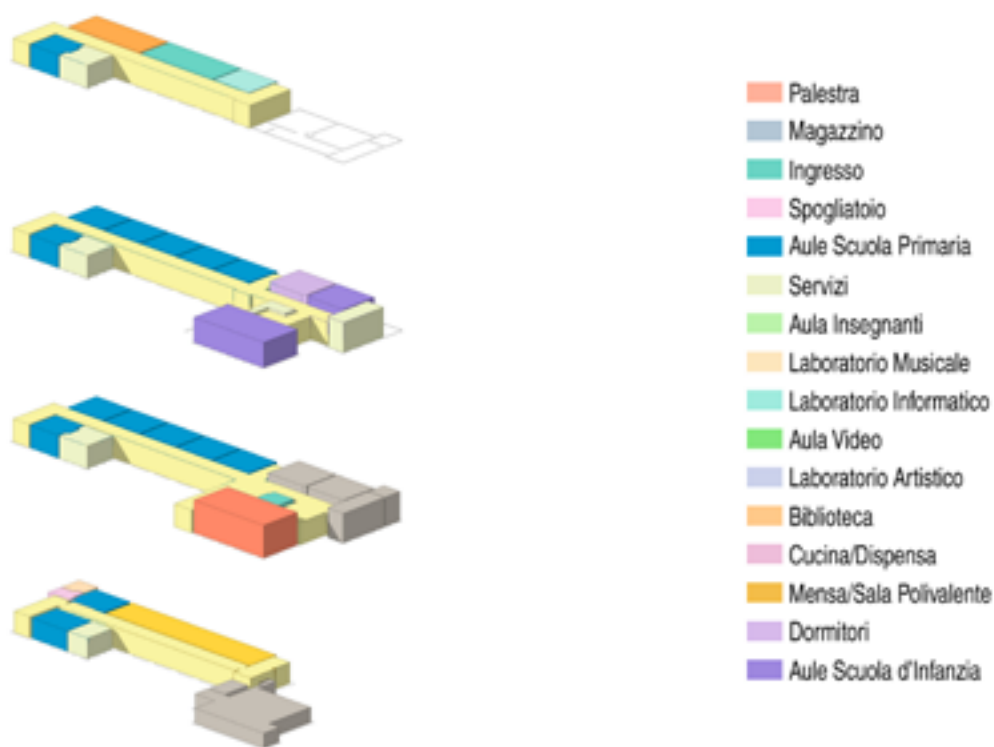
1.1 LA SCUOLA CLOTILDE TAMBRONI

L'istituto comprensivo 'Scuola Clotilde Tambroni' è sede di una scuola primaria e d'infanzia situata in via Murri 158.

Zona Murri si trova a Bologna all'interno del quartiere Santo Stefano identificato come prima periferia bolognese (D24).¹



¹ Zona di Bologna classificata dalla Agenzia delle Entrate.



Attualmente la Scuola è suddivisa in due locali di differente costruzione che determinano una differente funzione.

La parte costruita precedentemente, rivolta verso il ciglio della strada, ospita la scuola d'infanzia; il locale successivo, omogeneo e di più recente costruzione è adibito a scuola primaria.

1.2 CRITICITA' DELL'AREA

Storicamente questo Quartiere prende vita soprattutto nella seconda metà del 1800, con i primi insediamenti residenziali.

Con la crescita della città il quartiere si espande e si compone, si presenta diverso rispetto al centro caratterizzato da una grana compatta, quindi più frammentato.

Questa crescita trova riscontro anche nell'edificio scolastico studiato.

Il lotto nel quale si trova la scuola ha subito diverse crescite successive, incontrollate, discontinue e disomogenee, che lo hanno saturato e privato delle pertinenza e del verde.

Una scuola per l'infanzia, infatti, dovrebbe prevedere ampi spazi verdi ludici per i bambini, cosa che non è presente nell'attuale scuola, anzi, il poco spazio destinato alle attività all'esterno è in larga parte pavimentato o cementato.

L'area ha una superficie territoriale di 2518 m², nei quali la Scuola ne occupa mille di sedime, nella restante parte il verde è presente esclusivamente per 250 m² disposto in maniera inadeguata perché frammentario.

E' evidente quindi che le zone verdi sono insufficienti in proporzione al sedime della scuola e al numero di utenti accolti, infatti il rapporto tra superficie coperta ed area

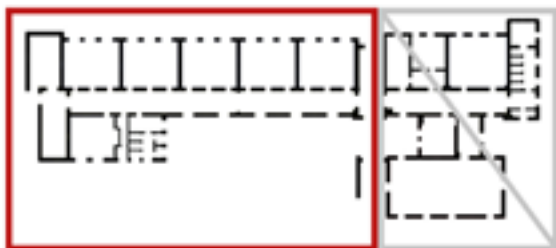
totale dev'essere superiore ad un terzo².

(grafico a torta con le diverse proporzioni dell'area?)

Il sito inoltre è sottoposto a diversi tipi di inquinamento: acustico e ambientale. Questo è dovuto alla prospicenza del lotto all'arteria di connessione tra il centro e Murri, la SP 65 (strada provinciale). E' una strada ad alta velocità di percorrenza molto trafficata soprattutto nelle ore di punta, non presenta marciapiedi continuativi e non sono presenti piste ciclabili. Questa vicinanza è stata causa di numerosi incidenti soprattutto negli orari di maggior flusso della scuola.

L'edificio si trova, come abbiamo detto, appena fuori i viali della città. Necessiterebbe quindi di ottimi collegamenti che non sono momentaneamente presenti o risultano carenti, quali i mezzi pubblici.

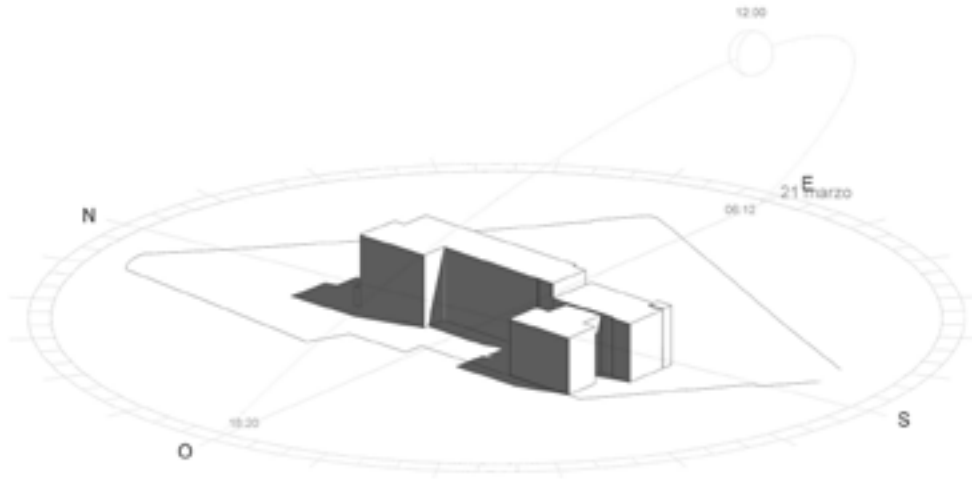
L'edificio, come detto sopra, è stato costruito in momenti diversi, facilmente visibile dalla differenza dell'intonaco esterno, dalla copertura differente e dallo stato di mantenimento.



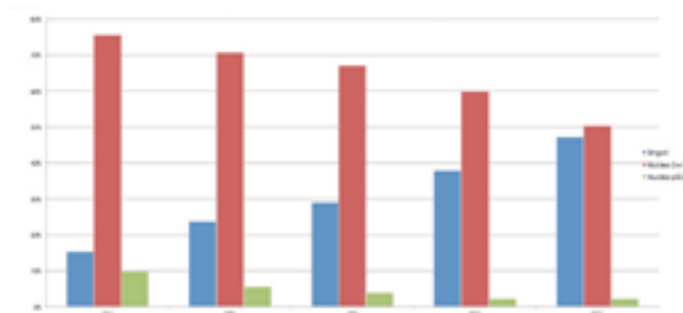
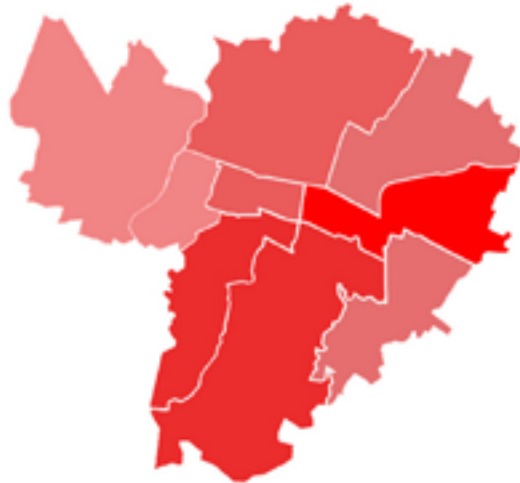
In seguito al sisma del 2012 la scuola d'infanzia, ovvero il locale più datato, è stato dichiarato inagibile ed è stato spostato negli spazi della primaria.

Al momento si stanno effettuando lavori di manutenzione straordinaria per la riduzione dei fattori di rischio ed eliminazione di barriere architettoniche.

Per quanto riguarda il comfort luminoso possiamo invece notare che le aule sono esposte a est, ciò comporta un soleggiamento sfavorevole nella tarda mattinata e nel pomeriggio, luce inadeguata per lo svolgimento delle attività didattiche.



1.3 ASSETTO URBANISTICO E SERVIZI SCOLASTICI



Le statistiche aggiornate al 2011 indicano che l'istituto comprensivo ha un bacino d'utenza molto ampio e in continua crescita.

Infatti gli studi della popolazione ci dicono che Santo Stefano uno dei quartieri più popolosi di Bologna; la popolazione ha una crescita minima dovuta soprattutto i flussi migratori.³



è

Per questo frequentemente vengono aggiornati gli stradari che interessano le iscrizioni alla scuola.

Gli aggiornamenti più recenti risalgono al 2008⁴ e al 2013⁵.

L'istituto comprensivo quindi risulta sotto dotato perché la richiesta di utilizzo è in crescita ma non la disponibilità dei servizi per gli alunni.

In riferimento a *D. Lgs 16 aprile 1994, n 297 che costituisce il "Testo Unico delle disposizioni legislative vigenti in materia di istruzione, relative alle scuole di ogni ordine e grado"* e la *legge 11 Gennaio 1996, n23, "Norme per l' Edilizia Scolastica"*, si è provveduti a valutare le attuali dotazioni dell'istituto comprensivo.

DESCRIZIONE ATTIVITA' PRIMARIA	m ² /alunno	m ² PREVISTI	m ² ESISTENTI
<i>Attività didattiche</i>			
Attività normali	1,8	450	
Attività intercirclo	0,64	160	
		610	540
<i>Attività Collettive</i>			
Attività integrative e parascolastiche	0,4	100	100
Mensa e relativi servizi	0,7	175	115
Cucina			0
<i>Connettivo e servizi igenici</i>			
minimo	1,54	385	
massimo	1,65	412,5	
servizi igenici	n 1 vaso per classe	10	12
<i>Spazi per Educazione fisica</i>			
Palestra	TIPO A1: 330 m ²		130

DESCRIZIONE ATTIVITA' INFANZIA	m ² /alunno	m ² PREVISTI	m ² REALI
<i>Spazi per attività ordinate</i>			
Attività a tavolino	1,8	270	
Attività speciali	0,45	67,5	
		337,5	160
<i>Spazi per attività pratiche</i>			
Dormitori	0,67	100,5	52
Servizi igenici	n 3 vasi per classe	18	5
<i>Spazi per la Mensa</i>			
Mensa	0,4	60	60
Cucina	30 m ²		

4 Piano decennale edilizia scolastica di Bologna

5 Protocollo n. 672/C20b ODG 35/2013, previsione integrazione Istituto Tambroni con un nuovo stradario per la sezione primaria

Considerando l'attuale Scuola Tambroni sotto dotata e carente di servizi il comune di Bologna prevede nel 2007 lo spostamento della scuola nell'area di Ex Caserma Mazzoni (via delle Armi).

Nel 2007 quindi Bologna approva un nuovo PSC che prevede un piano di riqualificazione delle caserme della città in accordo con il protocollo d'intesa tra l'agenzia del demanio e il comune di Bologna.



Il PUV (Programma unitario di valorizzazione) è stato avviato con la sottoscrizione, il 5 maggio 2007, di un protocollo d'intesa tra il Ministero dell'economia e delle finanze, l'agenzia del demanio e il comune di Bologna.

Nel 2009 viene redatto il POC che prevede: Potenziamento e riqualificazione dei servizi pubblici di quartiere e miglioramento dell'accessibilità, con incremento della "permeabilità" del rilevato ferroviario, a vantaggio anche dell'intorno territoriale e il trasferimento del polo scolastico Tambroni in Area dotata di verde Pubblico.

In seguito al terremoto del 2012 vengono prescritte le prime azioni per l'attuazione del PUV in sinergia tra Demanio e Comune.

Attualmente le pratiche non sono ancora state sviluppate.

Ricapitolando, la scuola Tambroni è stata inserita nel PUV di Bologna in seguito all'approvazione del PSC e alle valutazioni specifiche sull'opportunità di ricollocare la struttura nel vicino compendio della Ex Caserma Mazzoni. ⁶

1.4 L'AREA "EX CASERMA MAZZONI": CARATTERISTICHE E PREVISIONI DI UTILIZZO

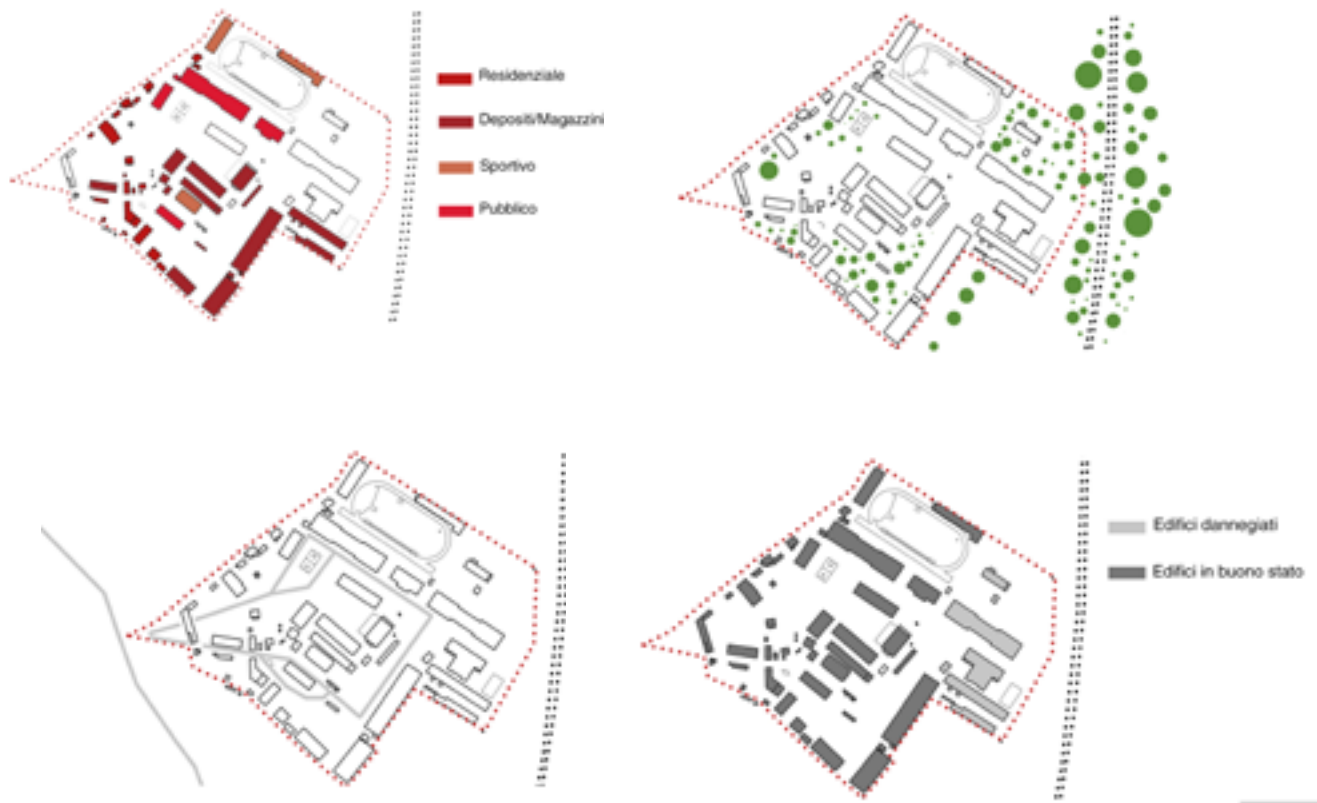
Dalle schede prodotte dall'Urban Center di Bologna possiamo conoscere la nuova area d'intervento.

L'Ex Caserma, una volta Forte di Beldiporto, infatti si presenta come un'area di circa due ettari situata anch'essa in zona Murri.

All'interno si trovano principalmente alloggi, locali di servizio e capannoni per il ricovero di automezzi. Nonostante ciò all'interno dell'area la presenza del verde è molto marcata.



Attualmente la Caserma contiene numerose pertinenze verdi, gli edifici presenti sono in buono stato ma non perfettamente mantenuti, e presentano un'altezza prevalente che va dai due ai sei piani.⁷



1.5 IPOTESI DI TRASFERIMENTO DELLA SCUOLA TAMBRONI

Lo spostamento della Scuola all'interno della caserma è un'opportunità che garantisce adeguamenti e nuove dotazioni a una struttura attualmente priva di spazi verdi per la ricreazione e per attività sportive funzionali ed efficienti, risolvendo nel contempo le criticità sull'accesso in condizioni di sicurezza.

Il piano di riqualificazione dell'Ex Caserma prevede una migliore accessibilità all'area, l'inserimento di percorsi ciclo pedonali, il completamento delle aree sportive presenti e infine la valorizzazione del canale di Savena.

Con lo spostamento e la ricollocazione della scuola, il PSC prevede un intervento di riqualificazione dell'Ex Scuola.

Tramite una ristrutturazione il PSC prevede il cambio di destinazione d'uso della stessa in Residenze e Uffici.

⁷ <http://www.urbancentrebologna.it>

1.6 SCENARIO ECONOMICO DELL'OPERAZIONE CON FINANZIAMENTO TRAMITE TERZI

E' realmente possibile attuare un intervento simile?

Come si può vedere da ricerche condotte sui bilanci delle casse comunali bolognesi, infatti, i profitti destinati all'istruzione sono in calo anno per anno.

Come possiamo ammortizzare i costi per poter realizzare questo tipo di intervento?

Sicuramente investendo sulla riqualificazione di quella che diventerà Ex Scuola

Tambroni si possono attenuare i costi di costruzione della Futura Scuola.

Tramite una stima sintetica si è provveduti a inquadrare le spese relative a questo intervento.

Ipotizzando la nuova scuola di 4000 m² definiamo i primi costi pari a 6.8 milioni, considerando circa a 1700 €/m² per la costruzione.

FUTURE SCHOOL	4000	m ²
District	Bologna	
City	Bologna	
Area	D24 Periferia Murri	
Granting cost area	21	€

Tipo di Lavorazione	m ²	€/m ²	€
Nuova Costruzione	4.000	1.700	6.800.000

TAMBRONI SCHOOL	3582	m ²
District	Bologna	
City	Bologna	
Area	D24 Periferia Murri	

Tipo di Lavorazione Hp 1	m ²	€/m ²	€
Ristrutturazione	4.000	1.200	4.800.000

Tipo di Lavorazione Hp 2	m ²	€/m ²	€
Demolizione e Trasporto	4.000	90	360.000
Nuova Costruzione	4.000	1.100	4.400.000
Costi di Costruzione			4.760.000

Le tempistiche previste per la costruzione della nuova scuola sono di 3 anni. Dopo questi primi 3 anni si può per cui intervenire nel complesso Ex Scuola Tambroni.

A questo proposito il PSC prevede una ristrutturazione con cambio di destinazione d'uso, preferibilmente residenziale e uffici.

Visto lo stato attuale in cui si trova la struttura si è provveduti a valutare se una ristrutturazione risulta economicamente conveniente, infatti è un intervento che risulta molto invasivo visto le condizioni attuali.

Costi Totali Costruzione	Processi	€
Costi di Costruzione	Demolizione + Trasposto + Nuova Costr	4.760.000
Spese Tecniche	10% CC	476.000
Contributi Costi di Costruzione	20% CC + (U1 + U2)	952.000
Oneri Finanziari	CC x r x n	1.309.000
Profitto degli Investitori	10% VM	1.360.000
Costi Totali Costruzione		8.857.000

Rientro	€
Valore Futuro - Costi Totali di Costruzione	4.743.000

Destinazione d'uso	m²	€/m²	€
Residenziale	2.000	3.200	6.400.000
Uffici	2.000	3.600	7.200.000
Valore Futuro			13.600.000

Destinazione d'uso	m²	€/m²	€
Residenziale	1.330	3.200	4.256.000
Uffici	1.330	3.600	4.788.000
Negozi	1.340	2.000	2.680.000
Valore Futuro			11.724.000

Confrontando i costi riscontrati e sapendo che il complesso Clotilde Tambroni non è soggetto a vincoli di carattere storico/artistico, la demolizione e la nuova costruzione implicano un intervento più accettabile anche da parte di un promotore perché risulterebbe avere un profitto finale più alto, una qualità costruttiva più elevata e destinazioni d'uso compatibili con la struttura.

Decidendo quindi che l'ipotesi di demolizione risulta la più adeguata si calcolano tutti i costi relativi.

Come detto precedentemente questo intervento sarà attuabile solo dopo la conclusione della costruzione del nuovo istituto, quindi nei 3 anni successivi.

Come scegliere la destinazione d'uso economicamente più vantaggiosa?

Ipotizzando sempre 4000 m2 per la nuova costruzione, si valuta il profitto che si otterrà inserendo in percentuali diverse destinazioni quali: residenziale, uffici e negozi.

Destinazione d'uso	m ²	€/m ²	€
Residenziale	1.000	3.200	3.200.000
Uffici	1.000	3.600	3.600.000
Negozi	2.000	2.000	4.000.000
Valore Futuro			10.800.000

Destinazione d'uso	m ²	€/m ²	€
Residenziale	2.000	3.200	6.400.000
Negozi	2.000	2.000	4.000.000
Valore Futuro			10.400.000

Da qui risulta che residenziale e uffici forniranno un profitto più elevato. Si è scelto di non inserire esclusivamente uffici, nonostante risulterebbero guadagni più proficui, ma Zona Murri non risulta efficace per ospitare questa funzione nel massimo delle sue possibilità.

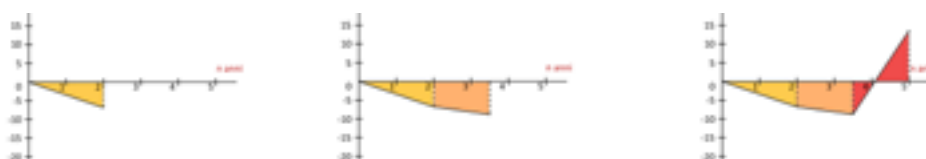
Il progetto prevede poi il passaggio successivo alla costruzione: la vendita a terzi. Il profitto della vendita da parte del promotore ammortizzerà i costi della nuova scuola, in accordo col Comune.

Per valutare l'intero project financing e trarre le dovute conclusioni bisogna però attualizzare tutti i valori (VAN).⁸

VAN (Valori Attualizzati)			€
Costi di Costruzione Nuova Scuola	$(1/q^2)^*$	6.800.000	5.939.383
Costi Totali di Costruzione Ex Scuola Tambroni	$(1/q^{3,5})^*$	8.857.000	6.989.457
Valore Futuro Ex Scuola Tambroni	$(1/q^5)^*$	13.600.000	9.696.612

Rientro		€
Valore Futuro Ex Tambroni - Costi di Costruzione Ex Tambroni	9.696.612 - 6.989.457	2.707.155
Costi di Costruzione Nuova Scuola - Rientro	5.939.383 - 2.707.155	3.232.228

Di conseguenza si può dedurre che tutto l'intervento si risarcisce all'80% da solo. Il 20% mancante, pari a circa 3 milioni sarà a carico di un promotore diverso dalla pubblica amministrazione. Questo 20% può essere recuperato nel corso degli anni.



Capitolo Secondo

Quadro Normativo

2.1 NORMATIVE SULL'EDILIZIA SCOLASTICA

2.1.1 Concetto di Sviluppo Sostenibile

Nonostante l'idea di "sviluppo sostenibile" si sia diffusa solo negli ultimi anni, le radici di questo sviluppo intese come preoccupazione dei bisogni per le generazioni future, risalgono a molto lontano. Le prime indicazioni documentate sono state trovate nella storia delle tribù Irokoses del Nord America. Questi popoli pretendevano, infatti, che i loro capi-tribù, all'atto di prendere una decisione, valutassero e considerassero anche i bisogni delle generazioni future. In Europa il concetto di sviluppo sostenibile fu per la prima volta applicato nell'ambito della selvicoltura: già nel tredicesimo secolo, ad esempio, erano in vigore norme in merito all'uso sostenibile dei boschi.

In tempi più recenti, il termine sostenibilità – inteso in un contesto di protezione delle risorse naturali - è stato introdotto da Robert Malthus che riconobbe il concetto di limitatezza delle risorse del pianeta nel suo saggio sulla popolazione mondiale. Egli sosteneva che, se la popolazione cresce in modo esponenziale e se la produzione di alimenti cresce in modo lineare, si arriva ad una situazione in cui nuovi arrivati al grande banchetto della natura dovranno essere respinti da quelli che vi sono già seduti a causa della mancanza di cibo per tutti.

La sostenibilità sociale si basa quindi sul concetto di equità sociale come principio etico, in quanto non si può parlare di sviluppo in presenza di disuguaglianze nella distribuzione del reddito e nelle condizioni di vita. Può essere definita come la capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute, istruzione) equamente distribuite per classi e per genere.⁹

2.1.2 Strategie di Progetto

Qualità e valenza sociale sono aspetti significativi nell'ambito di ricerca dell'edilizia scolastica. Un edificio scolastico assume un ruolo chiave nel contesto urbano. Luoghi di fruizione pubblica utilizzati con una precisa frequenza temporale, che porta ad un flusso all'interno della città non indifferente. Diventa dunque importante la sua collocazione, il collegamento e il sistema di mobilità, in relazione al criterio di eco-compatibilità.

Preliminare è quindi la valutazione di una appropriata strategia insediativa in termini di programmazione, localizzazione, caratteristiche dell'area e inserimento nel sistema urbano. In seguito è significativo approfondire il livello di sostenibilità proprio dell'edificio di progetto.

La sperimentazione di strategie progettuali richiedono di dare risposta a due problemi principali. I primi: criteri di funzionalità e adeguatezza ambientale, tecnica e morfologica degli spazi che devono fornire livelli prestazionali elevati per aspetti micro-climatici e termo-igrometrici, di illuminazione naturale e artificiale e di salubrità materica. Secondo problema: strategie di sostenibilità che l'edificio deve comunicare mediante

9 <http://www.torredelcerrano.it/docs/MAGGIO%20M.,Cerrano%20Torre%20d'Europa,TesiUniTe%202013.pdf>

gli spazi, le modalità d'uso e le valenze prestazionali. La risoluzione e l'obiettivo di queste problematiche è la diffusione di una maggiore sensibilità ambientale tra i fruitori delle strutture.

Per ottenere in modo efficace strategie di nuove costruzioni di edilizia scolastica sostenibile è necessario valutare la problematiche in relazione alle strategie di inserimento nel conteso urbanizzato. Si favoriscono aree già urbanizzate, eventualmente dismesse e dotate di altri servizi, infrastrutture e collegamenti, ampio sistema del verde.¹⁰

E' proprio questo il caso della nuova Scuola Clotilde Tambroni. I piani operativi e urbanistici prevedono lo spostamento nell'area dell'Ex Caserma Mazzoni, area che rispetta le caratteristiche appena elencate.

2.1.3 Prescrizioni Normative

Il quadro normativo di riferimento per l'edilizia scolastica è estremamente frammentato ed obsoleto ed appare poco adeguato a soddisfare le esigenze legate all'applicazione dei metodi pedagogici e formativi più moderni.

Le leggi prese in considerazione fanno riferimento al DM del 18.12.75 che, seppur abrogato, costituisce l'unico testo specifico in materia di edilizia scolastica, ed alle più recenti norme UNI, approvate nel corso degli anni.

Il DM 18 dicembre 1975 contiene le "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica". La norma modificata ed integrata dal D. M. 13/09/77 ed abrogata con l'entrata in vigore della Legge 11 gennaio 1996, rappresenta infatti un importante punto di riferimento anche per gli interventi di nuova costruzione. A queste disposizioni se ne sono aggiunte numerose altre nel corso del tempo introdotte per migliorare ed innovare l'apparato normativo: il D. Lgs. 16 aprile 1994, n. 297 che costituisce il "Testo Unico delle disposizioni legislative vigenti in materia di istruzione, relative alle scuole di ogni ordine e grado"; successivamente è stata approvata la Legge 11 gennaio 1996, n. 23, "Norme per l'edilizia scolastica", con lo scopo di garantire lo sviluppo delle qualità delle strutture scolastiche e di migliorarne la loro collocazione sul territorio.¹¹

La tesi segue le normative di legge. Vengono riportati in seguito i punti salienti necessari per il progetto.

Scuola Materna

Localizzazione:

l'area deve essere individuata a seguito di uno studio morfologico preliminare del contesto, che tenga conto delle preesistenze urbane e naturali, e sia in grado di prevedere le conseguenze che si determinano a seguito della realizzazione della scuola;

10 - 11 Antonini E., Boeri A., Progettare Scuole Sostenibili, Edicom Edizioni, 2011

Il progetto segue la prescrizione del PSC. Inoltre è stato svolto uno studio attraverso il software 'Envimet' sul comfort outdoor con un confronto tra la situazione attuale e quella futura e le successive conclusioni dedotte.

È opportuno che le strutture scolastiche siano poste in continuità tra loro e con altri centri di servizio, così da garantire un 'continuum' educativo.

La struttura come da piano regolatore nasce per arricchire e valorizzare l'Ex Caserma Mazzoni ed integrare il polo sportivo presente.

La scuola è ubicata in funzione del tempo massimo e della modalità di percorrenza e deve essere raggiungibile dagli alunni con un percorso massimo di trecento metri a piedi. [...] Il percorso deve essere comodo, sicuro e lontano dalle grosse arterie del traffico.

Questo è uno dei motivi principali per cui si è scelto lo spostamento della scuola nella nuova area. La attuale Scuola C. Tambroni si trova in una zona pericolosa e prospiciente alla strada, mentre nel progetto di tesi questo problema viene ovviato.

Area

forma regolare e possibilmente pianeggiante;
accessi comodi che non ostacolano la pubblica viabilità e arretrati rispetto al filo stradale così da consentire l'ingresso e l'uscita da scuola degli alunni in condizioni di completa sicurezza;
disponibilità di area scoperta, sistemata a veduta e ricca di vegetazione, adeguatamente attrezzata per consentire lo svolgimento dell'attività didattica all'esterno;
il rapporto tra superficie coperta ed area totale sia superiore a un terzo;

Il territorio su cui sorge la scuola di progetto è pianeggiante e caratterizzato da un'alta presenza di vegetazione. La scuola è caratterizzata da un recinto per la sicurezza dei bambini, ma ad ogni modo raggiungibile in tempi brevissimi dal parcheggio adiacente. La presenza attuale di vegetazione rimane un fulcro importante nel progetto che è contraddistinto dal verde e come funzione di educazione principale. Si divide infatti in verde per le attività ordinate e verde per il gioco libero.

Caratteristiche degli spazi:

L'unità pedagogica è la sezione che deve essere concepita in modo da:

- consentire lo svolgimento delle attività da parte degli allievi, sia singolarmente che organizzati in gruppi;
- accogliere al suo interno tutti gli arredi mobili e le attrezzature per il lavoro individuale o di gruppo, necessari e prevedibili in futuro;
- relazionarsi con il resto della scuola ed integrarsi spazialmente con gli altri ambienti, sia direttamente, sia attraverso gli spazi per la distribuzione.

inoltre

lo spazio per l'attività ordinate, ovvero le attività che si svolgono a tavolino, deve servire una sola sezione ed essere opportunamente studiato per consentire una serie di possibili variazioni di arredo. Si possono prevedere, nel suo ambito, spazi minori adeguatamente attrezzati, per lo svolgimento di attività speciali. L'ambito delle attività a tavolino necessita di uno spazio sufficientemente luminoso, aperto, e separato acusticamente dalle attività rumorose;

lo spazio per le attività libere può servire una, due o tre sezioni ed è destinato a momenti ludici e psicomotori; la sua forma non dipende dal metodo pedagogico, ma dalle attività di movimento o di partecipazione allo spettacolo che vi si possono svolgere. Qualora sia attiguo allo spazio per le attività ordinate, la divisione può essere mobile per consentire un indifferenziato uso degli ambienti, a seconda delle necessità didattiche. E' opportuno che l'ambiente sia in relazione diretta con uno spazio esterno utilizzabile per attività all'aperto e per consentire ai bambini di crescere a contatto con la natura;

Le sezioni del progetto sono disposte in modo ordinato e simmetrico rispetto alla corte centrale. La metratura è leggermente sovra dotata per prevedere un numero di alunni che possano svolgere attività di gruppo senza ostacoli. Le relazioni con il resto della scuola e il verde rimangono libere attraverso gli intuitivi spazi distributivi, gli accessi diretti da ogni aula verso l'esterno, che permettono un contatto diretto con la natura. Nonostante ciò le sezioni sono progettate in modo che le attività a tavolino abbiano facile svolgimento: luce, spazio e natura sono i protagonisti.

Scuola Elementare

Localizzazione:

Nel rispetto di tutte le precedenti prescrizioni generali elencate per la scuola materna, ulteriori aspetti da osservare sono i seguenti:

- la scuola elementare è ubicata in modo da essere raggiungibile a piedi dagli utenti, con un percorso non superiore a cinquecento metri. [...] Il tempo di percorrenza massima con mezzi di trasporto è di 15 minuti;
- il percorso pedonale deve essere comodo, sicuro e lontano dalle grosse arterie del traffico.

Come già detto per la scuola materna il progetto di tesi prevede un luogo sicuro e lontano dal traffico ma facilmente raggiungibile.

Caratteristiche dell'opera:

Le caratteristiche di omogeneità e flessibilità del corpo architettonico, precedentemente espressa in riferimento alle scuole materne, è valida anche per la progettazione di una scuola elementare.

Per una scuola con 10 classi il numero di alunni massimo è 250 per 189 m²/classe lordi e 7.56 m²/alunno lordi.

Caratteristiche degli spazi:

L'unità pedagogica è la classe che deve essere concepita in modo da:

- consentire lo svolgimento delle attività da parte degli allievi, sia singolarmente che organizzati in gruppi;
- accogliere al suo interno tutti gli arredi mobili e le attrezzature per il lavoro individuale o di gruppo, necessari e prevedibili in futuro;
- relazionarsi con il resto della scuola e integrarsi spazialmente con gli altri ambienti, sia direttamente, sia attraverso gli spazi per la distribuzione.

Come per la materna le aule sono in connessione diretta con l'esterno e con la corte interna, e direttamente collegate ai luoghi per le altre attività attraverso gli spazi distributivi, regolari e simmetrici.

Attualmente le unità pedagogiche della scuola elementare sono raggruppate in due cicli, il primo comprendete due classi (prima e seconda) ed il secondo tre (terza, quarta e quinta). La classe deve avere le seguenti caratteristiche:

- sia idonea allo svolgimento delle attività e renda possibile la variazione degli arredi e delle attrezzature;
- sia in relazione diretta in continuità spaziale con le altre unità dello stesso ciclo anche mediante pareti mobili porte scorrevoli e attraverso lo spazio da destinarsi ad attività inter-ciclo.

I due cicli all'interno del progetto sono ben identificati in quanto è necessario che il primo ciclo stia a diretto contatto con l'esterno (situato quindi a piano terra).

Nella scuola elementare sono da prevedere spazi integrati con tutto l'organismo scolastico, per attività didattiche, parascolastiche e associative, quali:

- uno spazio per le attività collettive di vario tipo, quali, ginnastica ritmica, musica corale, attività ludiche in genere che deve, pertanto, essere flessibile per adattarsi a tali esigenze ed essere collegato, anche visivamente con il resto della scuola, in modo da poter essere usato insieme ad altri spazi più specificamente didattici;
- un ambiente attrezzato a biblioteca.

All'interno della scuola progettata sono previsti un numero relativo di laboratori per attività parascolastiche e speciali: laboratorio di musica e arte, aula video e informatica e una biblioteca per studenti e insegnanti. Inoltre è previsto l'utilizzo delle corti interne per attività collettive, è possibile l'uso della mensa come spazio di gioco o per attività straordinarie.

Nelle scuole elementari devono essere previste delle palestre di tipo A1, ovvero uno spazio da 200 m² più i relativi servizi igienici.

Nelle scuole da dieci a venticinque classi la palestra è obbligatoria. Poiché la palestra può essere aperta al pubblico anche in orario extra scolastico è importante che abbia un accesso indipendente e che vi sia la possibilità di escludere l'accesso agli altri spazi didattici; sempre a tale scopo i vari impianti relativi devono poter funzionare

indipendentemente dal resto della scuola.

Il progetto prevede la palestra come strumento di connessione tra l'esistente polo sportivo e la scuola. Essa è programmata per essere a servizio degli alunni durante l'orario scolastico ma utilizzabile dagli altri utenti nel resto della giornata. Per questo motivo si caratterizza per un ingresso indipendente e differente dall'ingresso della scuola ma essa avrà al suo interno un passaggio secondario che non obbliga la classe per l'orario di ginnastica ad uscire per accedere alla palestra

Gli spazi per la distribuzione che svolgono sia una funzione di collegamento che di tessuto connettivo di tutto l'organismo architettonico, è opportuno che

- favoriscano le relazioni tra i bambini e tra loro e gli adulti;
- permettano la collocazione di arredi mobili, vetrine e posti di lavoro individuali;
- sottolineano l'elemento della scala, come strumento di mediazione spaziale;
- favoriscano l'integrazione tra le parti dell'organismo poste a livelli diversi. attraverso la presenza di affacci continui;
- qualora assumano l'aspetto di corridoi, devono avere larghezza non inferiore a due metri.

siano fruibili da parte degli studenti in stato di menomazione fisica grazie all'uso di ascensori dimensionati per contenere una sedia a rotelle e accompagnatore.

La tesi definisce gli spazi di distribuzione non solo fini a se stessi ma come spazi ludici e luoghi in cui è possibile svolgere attività. I corridoi saranno attrezzati con elementi quali giochi, tavolini e quanto necessario allo svago fuori dalle attività ordinate.

La mediazione spaziale e l'integrazione tra le diverse parti, anche lontane, avviene attraverso questi spazi distributivi perché vetrati.

Il progetto è attrezzato per far fronte alle barriere architettoniche create, è quindi fornito di rampe e ascensori dove necessari.

I sistemi di distribuzione verticale

- essere in numero tale da consentire che ciascuna scala serva di regola a non più di dieci aule per ogni piano al di sopra del piano terreno;
- avere la larghezza della rampa pari a 0.5 m per ogni allievo che ne usufruisce e comunque non inferiore a 1.20 m e non superiore a 2 m;
- avere i gradini di forma rettangolare di altezza non superiore a 16 cm e di pedata non inferiore a 30 cm;
- essere provviste di ogni possibile accorgimento al fine di evitare incidenti.

2.2 RASSEGNA DI CASI DI EDIFICI SCOLASTICI SOSTENIBILI

Particolare attenzione va posta nell'analisi casi esistenti per garantire la massima efficienza progettuale e sostenibile per la progettazione e realizzazione di un complesso di tale importanza.

Lo studio dell'articolazione degli spazi aperti è di fondamentale importanza, per cercare di massimizzare l'appalto solare e per ottimizzare l'orientamento degli ambienti maggiormente frequentati e che necessitano di maggiore illuminazione e areazione. Il verde svolge un ruolo educativo fondamentale nella progettazione di un istituto scolastico. Esso contribuisce a fomentare la curiosità e la voglia di conoscere e imparare degli alunni e di conseguenza il loro benessere psicofisico. Gli spazi verdi di pertinenza delle scuole devono essere quindi opportunamente dimensionati e garantire un continuo collegamento visivo tra esterno e interno.¹²

Polo Scolastico "Lama Sud", Ravenna



Esempio perfetto di connessione tra interno ed esterno, esso riesce a porre ogni ambiente in relazione costante con gli spazi aperti. L'intervento si caratterizza per la continua permeabilità visiva tra interno ed esterno, allo scopo di definire ambienti in cui l'esperienza percettiva, tattile, cromatica sia parte essenziale per la crescita dei piccoli utenti. Il continuo rapporto con le zone aperte e con la vasta area a parco, assicurato da grandi aperture vetrate a tutta altezza, garantisce una qualità percettiva degli ambienti interni che stimola l'esperienza visiva del bambino, diventando occasione di apprendimento.

12 Antonini E., Boeri A., Progettare Scuole Sostenibili, Edicom Edizioni, 2011

Nuova Scuola Elementare a Ponzano Veneto



Altro esempio perfetto di progettazione dell'esterno con l'interno. Questa scuola è, tra tutte le sue qualità, di grande aiuto per il progetto della scuola "Clotilde Tambroni", fa della permeabilità un elemento fondamentale con lo scopo di stimolare il più possibile la percezione del bambino.

Le murature che separano le aule dai corridoi di altezza 130 cm si fermano ad una quota tale da permettere la vista in profondità dell'ambiente esterno anche da posizioni molto interne, senza tuttavia disturbare il normale funzionamento didattico all'interno della classe.

I lati orientati a Sud-Est e Sud-Ovest sono aperti, trasparenti, permeabili. Accolgono non solo la luce ma anche, soprattutto, la presenza del territorio che entra in profondità attraverso l'edificio. La definizione del limite viene affidata ad una filigrana sottile, esile. Una cucitura tra il terreno e il tetto che lega il progetto al suolo rendendo al tempo stesso impalpabile il finire della costruzione, senza confini precisi: una soglia che si arricchisce delle variazioni che il suo disegno produce sui fronti. La serie ininterrotta di sottili pilastri in acciaio definisce uno spazio interstizio, vuoto, tra il fronte dell'edificio e l'allineamento dei pilastri in cui la "forma" dell'edificio è legata solo alla luce, al sole che ne disegna lo scorrere del tempo.

Tale filigrana costituisce anche una schermatura all'arrivo diretto dei raggi solari nelle aule aiutato dal sistema delle tende esterne a scorrere sui cavi metallici che si azionano in modo automatico in riferimento alla necessità.

*La permeabilità verso il territorio si accompagna ad una eccezionale visibilità trasversale interna.*¹³

Lo stesso principio di permeabilità tra interno ed esterno si ritrova nel progetto di tesi, edificio quasi completamente vetrato per permettere la partecipazione tra ambienti interni ed esterni. Il portico funge da mediatore visivo e materico, ma non interrompe la comunicazione diretta tra gli ambienti. Aiuta invece il collegamento materico attraverso la sua natura, il legno che nasce dal terreno.

¹³ Bonalumi D., Scuola a Ponzano Veneto, Progetto Edificio Scolastico.

Nuovo Nido d'Infanzia Gaianido, Bologna



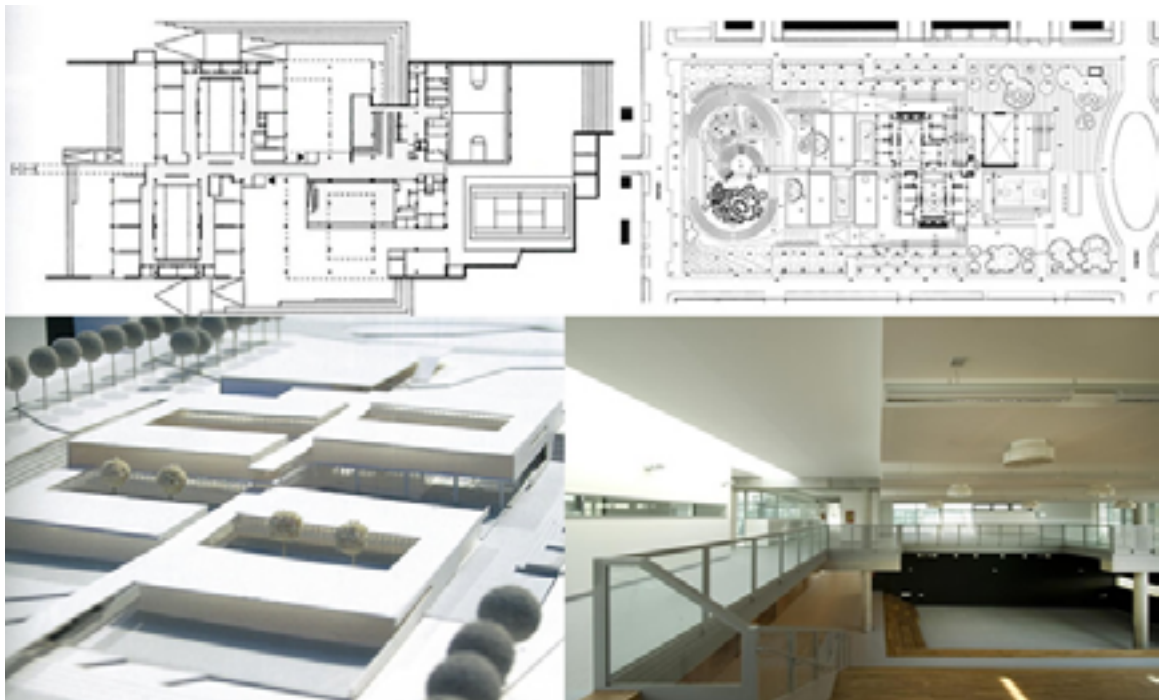
Lo studio Tasca nella realizzazione di questo asilo ha come obiettivo la creazione di un oggetto dal forte valore affettivo, che sia riconoscibile dai bambini e dai genitori che lo frequenteranno; la creazione di un oggetto capace di comunicare la propria storia e i valori ambientali e paesaggistici, quindi di trasformare se stesso in uno strumento pedagogico ed educativo.

La proposta intende valorizzare la continuità paesaggistica che si inoltra nella fascia valliva sede dell'intervento: il nuovo nido e la scuola materna che dovrà sorgere accanto ad esso, perseguendo una logica mimetica, possono diventare parte integrante della valle (sia visivamente che funzionalmente), senza per questo negare il loro "contributo civico" in relazione al "cuore dei servizi" della zona. Il progetto considera gli spazi esterni del nido e i percorsi che lo attorniano come un valore, conferendo loro un uso pubblico e garantendo la loro continuità. Oltre a considerare la componente paesaggistica come un parametro determinante nella definizione del progetto, esso dovrà relazionarsi anche col sistema degli edifici pubblici presenti.

La strategia progettuale, nel rispetto dell'organizzazione e delle forme essenziali, propone un'integrazione fisica tra il paesaggio, cioè la collina, e il manufatto edilizio. Si tratterà di costruire un edificio integrato nel paesaggio e da esso generato. E' il declivio collinare l'elemento primigenio del progetto: un lembo di terreno dalla superficie erbosa viene ritagliato per alzarsi verso valle ed accogliere nel suo sottosuolo le attività antropiche. Le due nuove strutture previste (nido e materna) si relazionano tramite uno spazio verde, che è sede di percorsi di accesso al sistema collinare profondo, e sono insieme interpretabili come un sistema di "dune naturali".¹⁴

Le stesse considerazioni di rapporto con il tessuto urbano e il verde esistente sono state effettuate ed approfondite dalla tesi, in primo luogo perché entrambi gli interventi si trovano in zone periferiche della città di Bologna. Allo stesso modo la Nuova Scuola Clotilde Tambroni cerca la relazione con l'esterno senza intaccare l'esistente. Questo è possibile grazie anche al tetto giardino. Il rapporto di mediazione tra interno ed esterno è stato studiato a fondo per rendere gli utenti consapevoli che le attività didattiche hanno un loro luogo ma senza dimenticare dei fattori esterni.

Complesso Scolastico la Romanina



*Consentire ai ragazzi di crescere a stretto contatto con la natura, rendendoli partecipi dei cambiamenti climatici, è uno degli obiettivi principali perseguiti dai progettisti della scuola "Romanina" a Roma (arch. H. Hertzberger e M. Scarpinato) L'architettura instaura uno stretto rapporto con il proprio intorno e si inserisce sul lotto armoniosamente, adattandosi alle variazioni altimetriche esistenti e sfruttando i dislivelli presenti in superficie. Il volume della scuola si relaziona al terreno con spazi parzialmente scavati e rimane più basso degli altri edifici per mantenere libera la visuale, senza rinunciare a generare un ampio spazio per le attività dei bambini. La composizione dell'edificio nasce dalla ripetizione modulare di unità di base, sviluppate intorno a un sistema di patii così che la funzione didattica della scuola non si esaurisca nello spazio confinato ma prosegua verso l'esterno. Le singole classi presentano parti in continuità con le corti sulle quali si affacciano, che costituiscono aule a cielo aperto. I patii sono un'estensione dello spazio interno in cui è possibile realizzare attività differenti in relazione all'età degli studenti.*¹⁵

15 Antonini E., Boeri A., Progettare Scuole Sostenibili, Edicom Edizioni, 2011

Altrettanta attenzione va posta nella progettazione degli spazi distributivi e funzionali. Questi devono essere piacevoli ed adeguati ad ospitare utenti di bassa età e con particolari esigenze.

Le scuole sono caratterizzate da una pluralità di attività e situazioni: è necessario fare chiarezza funzionale e distributiva, attraverso l'architettura.

Il tema di funzione, distribuzione, organizzazione spaziale diventa di particolare importanza quando all'interno di un unico edificio si integrano diversi tipi di scuola.

Polo Scolastico di Viserba, Rimini



Il progetto mira a differenziare ed unire al tempo stesso gli spazi della scuola.

L'edificio si caratterizza per l'articolazione planimetrica organizzata a settore circolare concavo verso il giardino interno; nel volume compatto sono collocate le due strutture scolastiche, contigue ma funzionalmente indipendenti. I due istituti occupano le ali opposte del corpo di fabbrica e presentano un'organizzazione distributiva simile: da un accesso principale si snoda un corridoio semicircolare che distribuisce l'ingresso alle sezioni di un lato e ai locali accessori dell'altro. Un portico curvo segue lo sviluppo dell'edificio a sud-est e si apre sull'area verde dedicata alle attività ludiche, suddivisa in due zone ed attrezzata con giochi diversi in base alle età dei gruppi di utenti. La struttura del portico si estende per una profondità utile a determinare un'efficace schermatura delle vetrate, contribuendo a migliorare il comfort interno degli ambienti.¹⁶

Il Polo Scolastico di Viserba è stato di grande importanza per la progettazione della tesi. Esso racchiude diversi punti fondamentali che caratterizzano la nuova costruzione. In primo luogo la coesistenza di due istituti all'interno dello stesso edificio. Caratteristica che permette di ottimizzare gli spazi ma allo stesso tempo impone di pensare a diversi accessi ed arredamento in funzione alla fascia d'età, per lo stesso ambiente. Nel progetto di nuova Scuola Clotilde Tambroni si è scelto di usare un ingresso comune diviso da una scala scultorea che delimita i due percorsi: quello verso la scuola d'infanzia e quello verso la scuola primaria. In continuità visiva e strutturale con l'ingresso si trova la mensa, altro spazio comune ad entrambi gli istituti, utilizzabile anche come sala polivalente.

Altro elemento ripreso dalla scuola di Rimini è l'elemento aggettante del portico che segue la forma dell'edificio e si caratterizza come mediazione tra interno ed esterno.

Muntlix Asilo a quadrifoglio



Il complesso si compone di due scuole distinte, concepite con due progetti diversi in relazione alle differenze riscontrate nell'insegnamento. Le Quernec stesso paragona l'istruzione della scuola materna e quella della scuola elementare ai due emisferi del cervello umano, simmetrici ma non identici a causa delle funzioni vitali distinte. Per questo la composizione dell'edificio è apparentemente simmetrica proprio per evidenziare il percorso del bambino, il quale entra nella prima scuola con il pannolino ed esce dall'altra sapendo leggere e scrivere.

La forma dell'edificio paragonabile ad un trifoglio, deriva da un'equa suddivisione dello spazio in sei parti, tre al coperto e tre all'aperto, collegate da un'unica hall centrale. Le tre ali del trifoglio accolgono la scuola materna, la scuola elementare e a una mensa scolastica con centro ricreativo, intervallate dai tre spazi aperti che ricoprono il ruolo di cortile d'ingresso comune, parco giochi della scuola materna e parco giochi della scuola elementare. Da questa suddivisione risulta un ottimo collegamento tra

*ambienti interni ed esterni con molteplici punti di vista e un orientamento molto intuitivo.*¹⁷

La scelta di prendere in considerazione questa scuola come riferimento potrebbe sembrare azzardata. In realtà c'è molto di utile concettualmente in questo edificio. La simmetria, la coesistenza di due istituti, il rapporto studiato tra interno ed esterno, la progettazione dettagliata degli spazi di gioco in relazione alla loro posizione e funzione e infine lo studio dietro la composizione tra pieni e vuoti.

Cariparma Asilo Nido Aziendale



*Il principale tema progettuale su cui si basa la struttura è la bio-sostenibilità, per ridurre al massimo gli sprechi grazie all'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili, e utilizzare materiali che non danneggiano l'ambiente e la salute dei bambini. [...] Le sezioni (una per i piccoli e una per i grandi) e i laboratori (area pranzo e atelier) sono distribuiti verso sud per favorire l'illuminazione naturale, adatta alle attività che si svolgono al mattino, e privilegiare l'affaccio sul verde. Nel progetto sono state integrate le aree verdi già esistenti nello spazio urbano. Le alberature, tra l'altro, hanno la funzione di proteggere le sezioni dal sole, soprattutto nei mesi estivi, anche se sono previste schermature a bris-soleil. Gli uffici e gli spazi di servizio (lavanderia, spogliatoi, deposito), invece, sono orientati verso nord, con affaccio su strada.*¹⁸

La distribuzione e la funzionalità eccellenti di questo Asilo hanno fatto da cardine al progetto di tesi. L'esposizione è un altro tema molto ben affrontato e gestito in questo progetto, come la rinnovabilità dei materiali.

¹⁷ Vanessa Tarquini <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/in-europa/asilo-quadrifoglio-337/>
¹⁸ <http://www.domusweb.it/it/notizie/2011/10/07/cariparma-asilo-nido-aziendale.html>

Asilo nido presso la scuola “Anna Frank”, Nichelino, Torino.



La ricerca del massimo comfort luminoso interno e lo studio dell'orientamento sono stati fattori fondamentali per progettazione di questo istituto, come nel progetto di Scuola Tambroni.

Entrambi gli edifici presentano ampie superfici vetrate sul fronte esposto a sud e aperture limitate sul fronte nord. Ciò a permesso di creare spazi differenziati in relazione alle condizioni ambientali. Tendenzialmente gli spazi principali maggiormente esposti per sfruttare l'illuminazione naturale e gli spazi di servizio a nord.

Scuola Materna di Casorezzo, Milano



Intervento di nuova realizzazione di una scuola primaria concepita con forte attenzione per i principi del comfort abitativo e del risparmio energetico. L'edificio è realizzato con una razionale struttura lignea in elementi lamellari e pur essendo di per sé piuttosto semplice per quanto riguarda la configurazione volumetrica, viene articolato con un particolare trattamento di facciata. Gli elementi di facciata, oltre a movimentare il prospetto, fungono da sostegni per gli abbondanti sporti della copertura, calibrati a propria volta in maniera tale da ricavare spazi protetti all'aperto e da proteggere le grandi superfici vetrate dall'irraggiamento solare.¹⁹

I Progetti dell'architetto Perotoni, specializzato in Edilizia Scolastica, ha risolto il problema della facciata e del portico per il progetto della Scuola Tambroni. Gli elementi di facciata corrispondono figurativamente con la struttura e creano dinamismo nelle loro forme regolari. Il riferimento lampante è Mondrian, con i suoi principi di colori primari e forme geometriche semplici, fondamentale per la crescita e l'istruzione dei bambini.

Capitolo Terzo

Il Progetto

3.1 PROGRAMMA FUNZIONALE E DESIGN BRIEF

Per la progettazione dell'istituto comprensivo si è partiti dalla valutazione degli spazi necessari alla didattica e alla valutazione delle metrature necessarie, stabilite dalla normativa, come detto precedentemente.

In questo caso si è cercato di provvedere una scuola che disponga degli ambienti presenti nella precedente, migliorati ed integrati con quelli mancanti, prevedendo inoltre, un numero maggiore di alunni, conforme alla domanda crescente del bacino d'utenza.

La valutazione finale presenterà 6 aule per la scuola d'infanzia e 10 aule per la scuola primaria, da 25 alunni ciascuna, con i relativi servizi.

	METRATURA	ALTEZZA	SUPERFICIE FINESTRATA	RAPPORTO ILLUMINANTE	SPECIFICHE
AULA TIPO 1	61.0 m ²	3.0 m	27.9 m ²	0.457	24 sedute capienza: 25
AULA TIPO 2	51.0 m ²	3.0 m	22.5 m ²	0.441	capienza: 24
AULA TIPO 3	51.0 m ²	3.0 m	33.3 m ²	0.652	capienza: 24
AULA TIPO 4	64.0 m ²	3.0 m	30.9 m ²	0.506	capienza: 31
AULA TIPO 5	86.5 m ²	3.0 m	10.8 m ²	0.124	capienza: 35
BIBLIOTECA	102.5 m ²	6.3 m	61.8 m ²	0.602	
DORMITORIO TIPO 1	61.0 m ²	3.0 m	7.2 m ²	0.118	31 letti
DORMITORIO TIPO 2	41.0 m ²	3.0 m	nulla	nullo	17 letti
SERVIZI IGIENICI	41.0 m ²	3.0 m	nulla	nullo	18 vasi per 6 sezioni
SERVIZI IGIENICI alunni	23.7 m ²	3.0 m	nulla	nullo	6+1 vasi per 4 classi (primo ciclo), per 6 classi (secondo ciclo)
SERVIZI IGIENICI insegnanti	23.7 m ²	3.0 m	nulla	nullo	2 vasi per piano
MENSA/ SALA POLIVALENTE	202.0 m ²	3.0 m	47.4 m ²	0.234	capienza: 400
CUCINA DISPENSA	62.0 m ²	3.0 m	10.8 m ²	0.174	

3.2. STUDIO DELLA LOCALIZZAZIONE DEL NUOVO EDIFICIO NELL'AREA

La caserma attualmente al suo interno ospita un'ampia area di pertinenza ed una serie di palazzine adibite ad alloggi.

Sono presenti molti locali di servizio, tettoie e capannoni per il ricovero degli automezzi per un totale circa di due ettari con attorno diverse aree verdi.

L'intorno dell'area è principalmente composto da edifici residenziali.



La scelta di questa specifica area della Ex Caserma può sembrare sbagliata in quanto si andrebbe ad occupare l'unica area a predominanza di verde in due ettari. Ma è proprio questo il punto. L'obiettivo è quello di immergere la scuola nel verde traendone i maggiori benefici.

Inoltre, presa coscienza delle direttive del POC, risulterebbe insensato andare ad utilizzare un edificio esistente da ristrutturare, avendo abbandonato per le ragioni già spiegate l'ipotesi di ristrutturare l'attuale scuola.

Gli edifici esistenti nell'Ex Caserma Mazzoni, in aggiunta, non si presentano in buono stato o non sono adatti ad ospitare questa funzione.

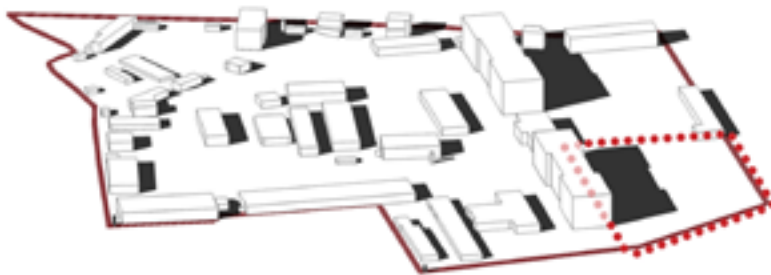
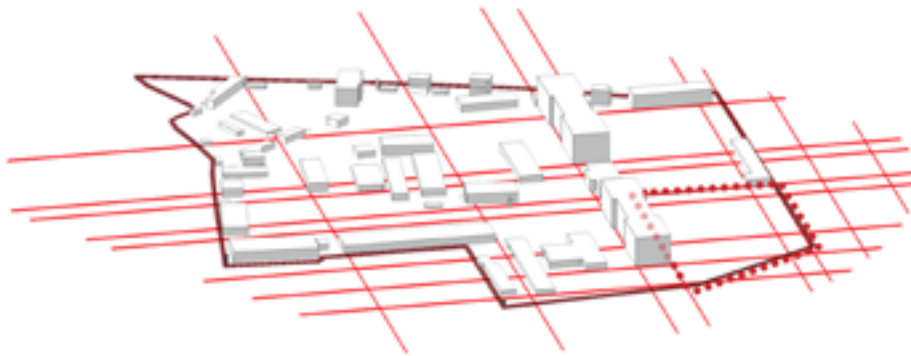
L'area di progetto che la tesi affronta è stata scelta quindi, oltre che per la prevalenza di verde, una delle forti mancanze nella Scuola Tambroni, per la comodità. Infatti è servita di parcheggi sufficientemente vicini. La decisione è stata infine determinata dalla vicinanza del polo sportivo.

I piani urbanistici consigliano un'integrazione del polo sportivo, e dato che la scuola momentaneamente è sfornita di una palestra ben dotata, la costruzione di una palestra risulta di maggior efficacia affiancata alle altre attrezzature sportive.

3.3 IPOTESI DI ARTICOLAZIONE DISTRIBUTIVA

L'elemento principale che determina la posizione del nuovo edificio è l'allineamento con la città.

La tesi si propone di uniformare l'edificio con l'esistente, seguendo allineamenti e trama del quartiere.



La posizione all'interno dell'area è invece determinata da due fattori principali. Il primo è sicuramente il massimo sfruttamento della luce; infatti l'edificio prospiciente all'area è alto 6 piani. Questo costituisce una situazione sfavorevole nella stagione invernale in quanto proietterà un'ampia ombra sul terreno.

Per questa ragione la scuola è stata pensata al margine opposto a questo grande edificio.

Seconda ragione, sottolineando l'importanza dell'integrazione del polo sportivo, si è scelto di attaccare letteralmente l'edificio alla struttura a fianco, probabilmente già adibita a spogliatoi o rimessa per le attrezzature sportive.

3.4 IL PROGETTO ARCHITETTONICO

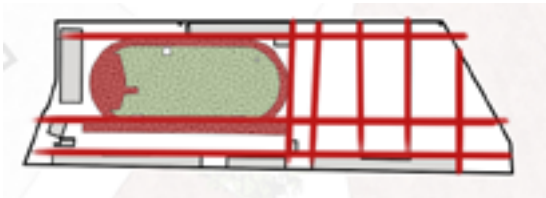
La tesi si sviluppa su diversi principi architettonici base. L'intento primario è stato quello di progettare un edificio semplice, immediato, confortevole. Lecito è quindi il collegamento con "Less is more", il principio di miglioramento per sottrazione teorizzato da Mies Van Der Rohe. Un minimalismo formale a cui giungere attraverso un lavoro di sottrazione, in un processo creativo di continua ricerca della semplicità.

«L'architettura è sempre legata al proprio tempo. Il nostro tempo non è per noi una strada estranea su cui corriamo. Ci è stato affidato come un compito che dobbiamo assolvere. Da quando l'ho capito, ho deciso che non avrei mai considerato con favore le mode in architettura e che dovevo cercare principi più profondi. L'essenza dell'epoca è l'unica cosa che possiamo esprimere davvero»²⁰

Come per Mies la tesi si sviluppa su due pilastri principali: ordine e razionalità. La scuola vede la creazione di elementi essenziali senza l'eccesso dell'ornamento. Si svuota e si semplifica passaggio dopo passaggio nel percorso della sua progettazione ma rimane razionale e significativa nella sua funzione. Questa è stata la strada principale perseguita per la progettazione della nuova scuola.

Lo sviluppo del progetto è avvenuto per gradi.

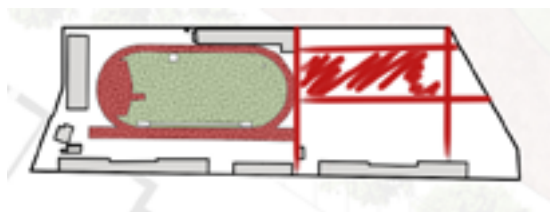
3.4.1 Assi principali



Il ragionamento effettuato è stato quello di seguire gli assi principali del quartiere per non distaccarsi dal tessuto storico di Bologna. Interventi di grande calibro risolvono la relazione con la città in questo modo. La libertà

di innovazione si approfondirà in seguito, in altri ambiti.

3.4.2 Il Recinto



Grande importanza assume il concetto di Recinto.

Prima di tutto a livello fisico: parlare di scuola d'infanzia e di primo grado portano inevitabilmente alla necessità di un limite per contenere in sicurezza gli spazi ludici e istruttivi.

Il recinto non è solo questo. Si ripropone a scala minore e con una diversa permeabilità il 'muro di recinzione' della vecchia

caserma. Questo per dare un senso di identità al luogo e per non dimenticare che siamo all'interno di un pezzo di città che è storia.

Vanno a crearsi quindi diversi livelli di recinzione che distinguono a loro volta luoghi dentro i luoghi.

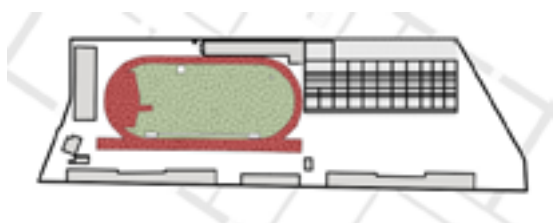
Il primo rimane sicuramente a un livello urbano ed è il recinto che racchiude, dove esiste ancora, ed è traccia di tutta la caserma.

Si forma poi, quasi involontariamente, per una composizione differente in planimetria un recinto attorno al comparto più alto della caserma che racchiude campo sportivo e istituto comprensivo, i quali insieme danno origine al polo sportivo.

Il recinto vero e proprio della nuova scuola, che definisce lo spazio in maniera geometrica e lineare, si nota a un livello di scala minore.

Un'altra definizione di recinto è data dalle corti interne che accolgono porzioni di verde protetto; in questo caso l'edificio diventa il recinto stesso delle corti.

3.4.3 La Griglia



Di grande aiuto è il progetto per il nuovo campus dell'Università di Chicago, collocato in un'area degradata di Chicago²¹. Mies decide di adottare un modulo ordinatore di 24 piedi, articolando il quale realizza edifici differenti ma coerenti per

struttura, che dispone in calibrata asimmetria lungo un asse viario principale. Il ventennale impegno nella costruzione del campus offre a Mies l'occasione di una paziente sperimentazione sull'edificio a telaio in acciaio che è anche la ricerca di un'espressività dell'architettura intesa come tecnica teorizzata da Mies. Egli dimostra che utilizzando un ritmo uniforme e gli stessi materiali - strutture portanti metalliche, campi di riempimento in mattoni o in vetro - si arriva ad un'immensa varietà e ricchezza di soluzioni, purché le proporzioni, le textures, gli snodi e i finimenti non siano meccanicamente ripetuti, ma ristudiati volta per volta. Ogni indagine sulla espressività degli edifici dell'IIT non può prescindere dalla valutazione del dettaglio costruttivo e dalle variazioni, apparentemente minime, che Mies introduce nei

diversi edifici, pur nella unitarietà d'insieme.

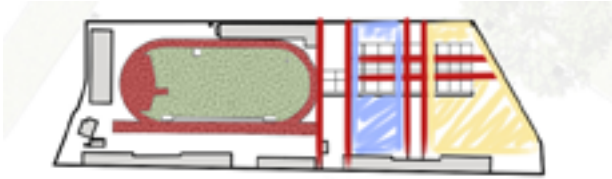


Il progetto si sviluppa su un modulo generatore impostato su una griglia ortogonale, che segue in parte la griglia ortogonale della città, ma di 60 cm per 60, modulo consigliato

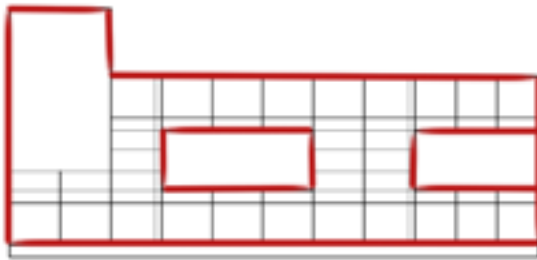
per comodità strutturale e dalla versatilità dello stesso. La grande libertà che lascia questo modulo ha permesso di dimensionare ambienti in modo preciso lasciando in facciata una linearità massima e permettendo al suo interno di giocare con spazi, allineamenti e volumi. Come dimostrato da Mies utilizzando un ritmo uniforme e gli stessi materiali, anche nel caso di Scuola Tambroni una struttura portante metallica con tamponamenti di legno, cartongesso o vetro, si giunge ad una immensa varietà

21 Claire Zimmerman, "Mies van der Rohe", TASCHEN 2007

di soluzione con una grande libertà di movimento. Gli elementi di dettaglio vengono studiati successivamente facendo in modo che risultino adeguati alla funzione che l'edificio ricopre.



comprendente due istituti.



alla massima semplicità e chiarezza.

3.4.4 Gerarchie degli Spazi

Il problema che si poneva nello sviluppo delle piante di progetto è stato principalmente le gerarchie degli spazi per lo stesso edificio

3.4.5 Pieni e Vuoti

Come accennato precedentemente, il principio del "Less is more" è stato basilare per la tesi. La creazione dei vuoti è stata fatta attraverso un attento studio di sottrazione per giungere

La casa, forse più di qualsiasi altro manufatto umano, denuncia la struttura sociale e familiare, le abitudini e i tabù di un popolo. Molti tipi di abitazioni sono « introverse » a cominciare dalla domus greco-romana perimetrata da un muro e aperta sull'atrio ad impluvio; denuncia una struttura sociale rigidamente distinta per « familie ». scarsi rapporti sociali per le donne e i bambini; netta divisione fra vita pubblica e vita privata. Lo stesso per la casa arabo-musulmana costruita intorno al giardino interno, polmone verde e luogo per osservare le stelle, nettamente distinta in un reparto, prossimo all'ingresso, di vita maschile ed uno per le donne molto più interno e accessibile solo attraverso un labirinto di stanze. A suo modo introversa è anche la casa tradizionale giapponese circondata da un minuscolo giardino. Qui non c'è frattura fra dentro e fuori: la casa è il suo giardino, delimitato da un muro invalicabile, forato solo da una piccolissima porta nascosta. Superare quella porta ed essere ammessi nella casa è un grande onore, perché la casa è un luogo intimo e sacro per il giapponese.²²

Paola Coppola Pignatelli

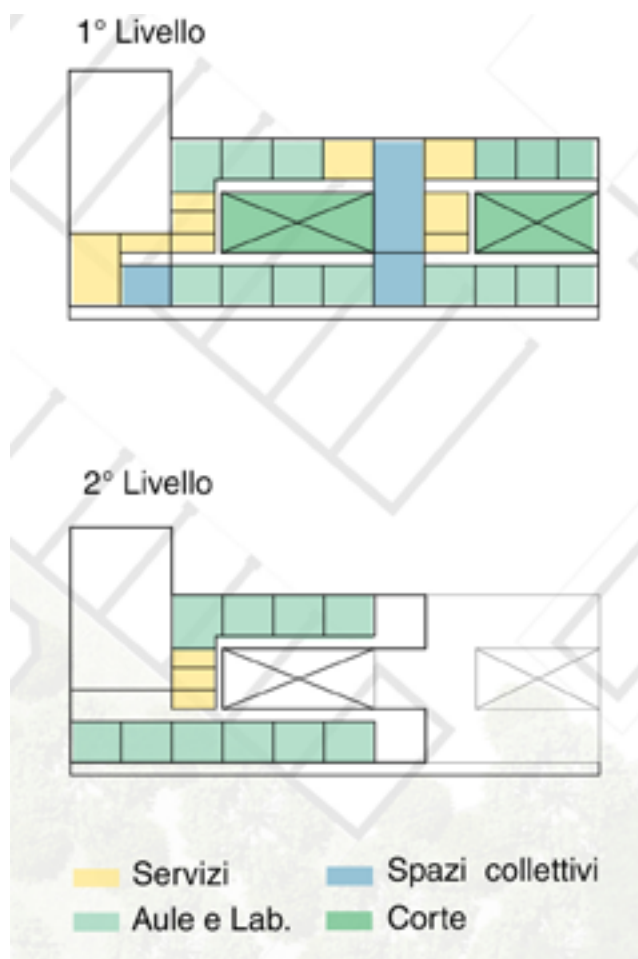
E' in minima parte che vengono ripresi questi concetti per la progettazione del nuovo edificio. Certo non per l'intimità della donna, ma per il concetto di sicurezza, di introversione. Il concetto di 'costruire intorno alla corte'.

Una scuola deve essere un luogo dove il bambino si senta a casa, si senta sicuro. La corte in questo caso serve a creare un ambiente di gioco libero, tanto

22 <http://www.torredelcerrano.it/docs/MAGGIO%20M.,Cerrano%20Torre%20d'Europa,TesiUniTe%202013.pdf>

confortevole quanto essere nel proprio giardino di casa ma allo stesso tempo con la consapevolezza che non è casa ma è il luogo dell'istruzione.

3.4.6 Funzione



Il suo scopo è dare ad ogni funzione un proprio spazio, classificare le funzioni secondo la loro importanza. *E' tipica, per esempio la divisione tra zone di servizio e spazi serviti, e che rispecchia il principio compositivo più caro a Louis Kahn, un "sistema ordinatore" che trova espressione nella semplicità dei volumi geometrici e nel valore che dà all'impostazione della struttura portante.*²³

Nel progetto gli spazi serviti sono quelli che si affacciano sul giardino esterno e sulla corte interna e quindi direttamente esposti. Gli spazi serventi sono raggruppati in nodi, non direttamente illuminati.

Come già detto si è cercato di semplificare gli spazi ed ottimizzare quelli che possono essere comuni a una scuola primaria e ad una d'infanzia.

La palestra è stata posizionata direttamente tra la scuola ed il campo sportivo per essere efficiente nella sua funzione e, in questo modo, l'integrazione tra scuola e campo sportivo nella creazione di un unico polo è soddisfatta.

3.4.7 Materiali, luce e colore

«Dobbiamo mirare al nocciolo della verità. Le domande relative all'essenza delle cose sono le uniche domande importanti». In architettura, per Mies, la verità ha a che fare innanzitutto con il tema della costruzione. L'architettura stessa è, nella sua definizione, «chiarezza costruttiva portata alla sua espressione esatta». Che cosa intenda per «chiarezza costruttiva» lo si comprende bene quando parla della cappella di Aquisgrana: «Ricordo che ad Aquisgrana, la mia città natale, c'era la cattedrale e la cappella era un edificio ottagonale fatto costruire da Carlo Magno. Nei secoli questa cattedrale è stata trasformata. In età barocca la intonacarono interamente e aggiunsero delle decorazioni. Quand'ero ragazzo tolsero l'intonaco. Poi però non poterono andare avanti perché vennero a mancare i fondi e così si potevano vedere le pietre

originali. Guardando la costruzione antica priva di rivestimenti, osservando le belle murature in pietra o in mattoni, una costruzione limpida, fatta da artigiani davvero bravi, sentivo che avrei rinunciato a tutto per un simile edificio»²⁴

La struttura che emerge è un altro importante tema all'interno del progetto. Si è scelto di dare facile lettura per conferire massima semplicità all'edificio.

L'involucro dell'edificio è un curtain wall che prevede la sostituzione di materiale in corrispondenza della struttura, quindi di muri e solai. La struttura diventa estremamente leggera. Elementi puntiformi racchiusi da involucri leggeri.

Esternamente quindi è di facile lettura l'ispirazione Mies per ordine e semplicità.

Nell'utilizzo dei materiali sono stati studiati i principi di Luis Khan.

Ordine strutturale e ordine costruttivo sono due sistemi che nell'opera di Kahn rimangono ben separati e assumono un ruolo differente nell'applicazione pratica al progetto. L'ordine strutturale è il pensiero della costruzione, non è misurabile, e a esso corrisponde la definizione della forma e del sistema volumetrico dell'edificio. L'ordine costruttivo è la messa in opera dell'ordine strutturale. A esso spetta la definizione concreta della materia e del sistema di metterla insieme e dividerla, di rappresentare la sua forza, la sua gravità, la sua massa attraverso un sistema di misure e di dimensioni. Luce, aria e suono si confrontano con il sistema costruttivo e solo grazie a esso divengono elementi reali del progetto. L'ordine costruito che chiamerà anche più semplicemente progetto, presuppone la scelta di un materiale, e viceversa.

I principali materiali usati sono l'acciaio per la struttura, il vetro, per il curtain wall, e il legno alternato ad intonaco bianco per lo spandler.

Come sosteneva Khan, *non è necessario andare alla ricerca di nuovi materiali. Piuttosto basta l'assemblaggio mi materiali esistenti e consueti.*

Internamente la scuola acquista dinamismo nelle forme anche attraverso il contrasto tra il legno, utilizzato per le pareti con le porte, e il semplice intonaco bianco, che dà luce ai corridoi. La scelta dell'utilizzo del legno per pavimento, soffitto e infissi rende gli ambienti più caldi e confortevoli in contrasto con l'effetto di sospensione dato dalle continue e alte vetrate.

Altro contrasto materico si trova in facciata. I pilastri del portico, in legno verniciato con i colori primari e secondari, si innalzano dalla ghiaia all'interno di pozzetti nella passerella del portico di listelli di legno.

Il portico si distacca dal concetto di contrasto di Luis Khan per entrare in una dimensione più infantile di geometrie e colori semplici.

La scelta di orientare la scuola secondo gli assi principali del quartiere potrebbe sembrare sfavorevole per l'illuminazione. La tesi si propone l'obiettivo di edificare un edificio energeticamente efficiente.

Per questo motivo la necessità di orientare gli spazi principali a sud, che tuttavia rimangono orientati a sud - est per seguire la maglia storica della città. In questo modo restano ben illuminati durante le ore diurne in tutte le stagioni come possiamo vedere dai diversi studi di illuminazioni effettuati.

(disegnino le plani alle diverse ore nelle 4 stagioni)

23 Kahn Louis, "Louis I. Kahn, Bologna, Zanichelli, 1981

24 Claire Zimmerman, "Mies van der Rohe", TASCHEN 2007

Il caso più sfavorevole rimane durante l'inverno a causa dell'edificio di fronte come già detto. Ma l'orario in cui l'ombra arriverebbe a coprire la scuola coincide pressoché con l'orario del tramonto. Durante l'estate invece, premesso che la scuola primaria chiude a metà giugno circa e quella di infanzia a fine luglio, il fatto che non sia direttamente orientata a sud evita un eccessivo illuminamento, surriscaldamento e consecutivo abbagliamento.

In questo modo la luce non manca mai. Le grandi vetrate lasciano entrare luce diretta durante la stagione invernale e il portico scherma la luce quasi zenitale in estate. La luce penetra anche dalle due corti interne, illuminando i corridoi. L'apporto di luce artificiale è pressoché minimo.

3.5 LO SPAZIO VERDE E I PERCORSI

Seguendo le assialità principali si definisce la suddivisione degli spazi all'interno dell'area di progetto.

Inserita la scuola nell'area di progetto si definiscono automaticamente due ampi spazi verdi, uno di dimensioni maggiori, in prossimità dell'ingresso, adibito ad accogliere i bambini e dedicato alle attività ricreative libere; l'altro, nella zona retrostante l'edificio scolastico, è adibito alle attività ordinate organizzate all'aperto.



Valutata la composizione del progetto, si può definire un'altra scala gerarchica, ovvero quella che suddivide l'infanzia e la primaria.

La suddivisione è effettuata tenendo conto delle assialità principali che definiscono il progetto, infatti l'ingresso definito come luogo, e spazio comune alle due entità, suddivide i due giardini.

Il progetto ha quindi delle aree di pertinenza rispettivamente per la materna e la elementare. Questo verde di pertinenza presenta luoghi di gioco e luoghi di apprendimento sia per l'infanzia che per la scuola primaria. Le attività svolte nei giardini sono ovviamente calibrate a seconda dell'età. Come si evince dagli elaborati grafici infatti sono stati pensati degli orti da coltivare per i bambini della scuola elementare, che si trovano infatti nella porzione di giardino corrispondente. Sono invece differenti le attrezzature per la scuola d'infanzia, mirate sempre allo svolgimento delle attività ordinate.

Il passaggio tra l'edificio e il giardino per attività ordinate è mediato da un passerella, presente in tutto il giardino, che segue nel disegno lo stile di Burle Marx, che viene utilizzata per l'attività del laboratorio prospiciente ma all'esterno. Per esempio ci sono dei tavolini con sedute nella zona adibita a biblioteca, e arredi e altre attrezzature per l'apprendimento.

Come scritto precedentemente il recinto getta le basi del progetto. Questo viene messo in evidenza come suddivisione tra la scuola e il resto della Caserma attraverso una divisione naturale, quali alberi e siepi.

Volendo mantenere l'area, originariamente verde, con il minor impatto ambientale possibile, si è provveduto ad inserire, oltre al grande giardino esterno un elemento verde anche all'interno, con l'uso di corti, che quindi assumono un ruolo di spazio protetto e maggiormente controllato per attività ricreative.

Essendo l'area della caserma già munita di numerosi parcheggi si è optato per non inserirli all'interno dell'area di progetto della scuola, infatti sono presenti parcheggi in un raggio massimo di 5 minuti a piedi in diverse zone della Caserma.

Dai diversi parcheggi all'ingresso della scuola si è provveduto a continuare il passaggio preesistente. Questo lungo asse porta direttamente alla palestra, dimensionata anche per un utilizzo diverso da quello esclusivamente scolastico. L'ingresso alla scuola si svincola da questo passaggio, e si articola in passaggio adiacente, di dimensioni minori, protetto da una siepe, per definire una zona più tranquilla, una soglia tra la caserma e la scuola.

Capitolo Quarto

Il Progetto Tecnologico

4.1 PROGETTO DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

Dalla griglia iniziale che ha definito il progetto e dall'abaco degli elementi riusciamo a definire la forma e la struttura della scuola.

4.1.1 La struttura












Preso atto di come si presenta l'impianto scolastico, si determina che una struttura a telaio risulta la più adeguata.

Innanzitutto si è valutato tra i diversi materiali quale risultasse il più adatto.

Gli studi compiuti riguardano legno, acciaio e cemento armato.

I parametri scelti per la valutazione considerano i costi, le tempistiche per la realizzazione e la resistenza degli stessi.

Viste e considerate le luci da coprire e la resistenza meccanica, non resta che scegliere l'acciaio.

					
Timing built 	✗	✓			
Sustainable 	✗	✓			
Lifetime 	✓	✗			
Cost £	✗	✓			
SO	✗	✓			
Comfortable 	✓	✗	✗	✗	
Sustainable 	✓	✗	✗	✗	
Lifetime 	✗	✓	✓	✓	
Cost £	✗	✗	✗	✓	
SO	✗	✗	✗	✓	

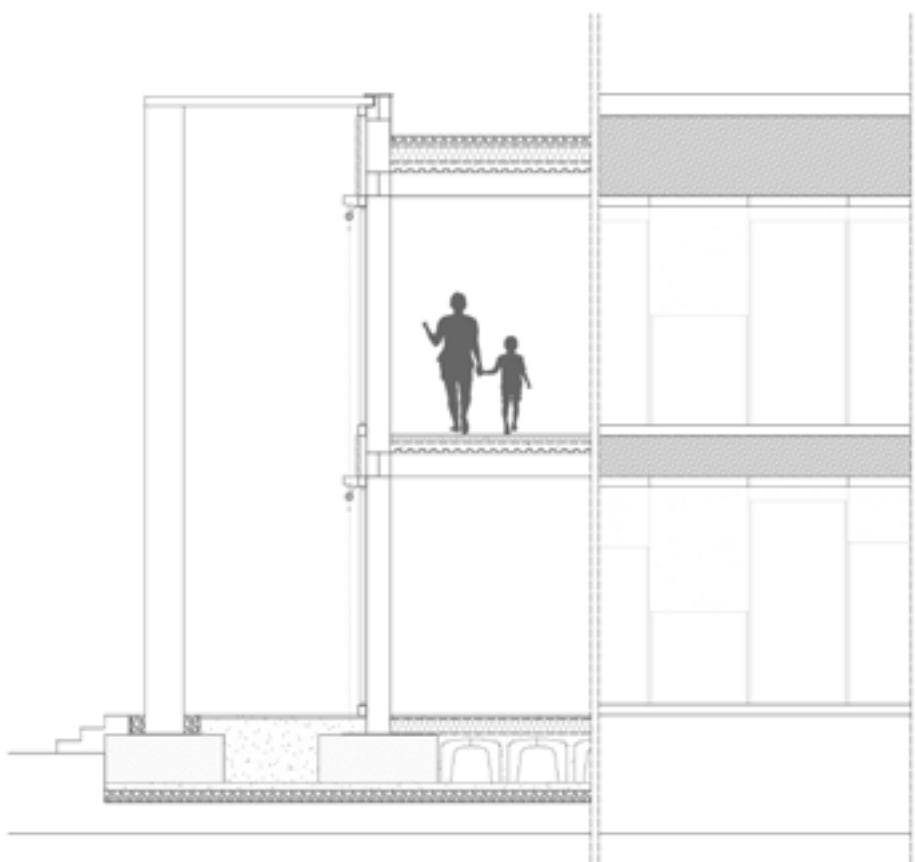
La scelta dell'acciaio lascia massima libertà per la realizzazione delle facciate ed elimina il problema dei ponti termici.

4.1.2 L'involucro

Come detto precedentemente la scelta dell'acciaio lascia massima libertà per ciò che riguarda la scelta dell'involucro.

Per la facciata rivolta a Sud Ovest, dove si articolano le aule la soluzione migliore sembrerebbe un curtain wall, che permette così di avere una buona illuminazione.

Per gli spazi rivolti a nord est, principalmente spazi di servizio, si è deciso di limitare



le aperture, e prevedere un cappotto esterno.

4.1.3 Le Schermature

Per evitare un problema di abbagliamento nel curtain wall esposto a sud ovest si è pensato a due sistemi di schermatura.

Il primo è un portico a tutta altezza collegato alla copertura, che si sviluppa a due piani per la parte che riguarda le elementari, e a un piano per la parte che riguarda la materna.

Il portico si sviluppa su dei setti di legno, e ritma la facciata, definendo le aule. Ap-

poggia su dei plinti e si aggancia alla copertura della scuola.

Non essendo sufficiente come sistema schermante, la sua profondità è di 3 metri e basta a schermare solo in alcuni momenti dell'anno si è reso quindi necessario pensare a delle tende esterne che scorrono su cavi metallici e che si azionano in modo automatico in riferimento alla necessità. La permeabilità verso il territorio si accompagna ad una eccezionale visibilità trasversale interna.

L'uso controllato di tende a rullo, in tessuto micro forato onde non impedisce la visibilità dall'interno, sono posizionate a filo delle vetrate sul lato esterno, consentono di evitare problemi di surriscaldamento nel periodo estivo.



4.1.4 Il tetto verde

Per la copertura si è pensato ad un tetto piano, conforme in parte alle coperture presenti nella caserma.

La scelta di una copertura piana ci da l'opportunità di sfruttare la superficie per inserire un tetto giardino, che risulta avere un impatto ambientale minore.

Questo inoltre consente l'inserimento di pannelli solari, per produrre energia necessaria al fabbisogno energetico dell' Edificio.

4.2 PRESTAZIONI DI COMFORT E LIVELLI DI BENESSERE

4.2.1 Comfort Outdoor

Attuando una nuova costruzione all'interno dell'area della caserma più rigogliosa, si rende necessario valutare l'impatto ambientale.

Tramite il software Envimet²⁴ si è provveduti a valutare i cambiamenti dell'area.

Innanzitutto si è analizzata l'area della caserma allo stato attuale, successivamente è stata analizzata l'area in seguito all'intervento.

Dai risultati ottenuti si può stimare quanta incidenza ha sull'ambiente questo progetto.

I parametri valutati sono:

Temperatura dell'aria

Temperatura media radiante

Velocità del vento

PMV

(completa aggiorna, inserisci grafici e trai conclusioni)

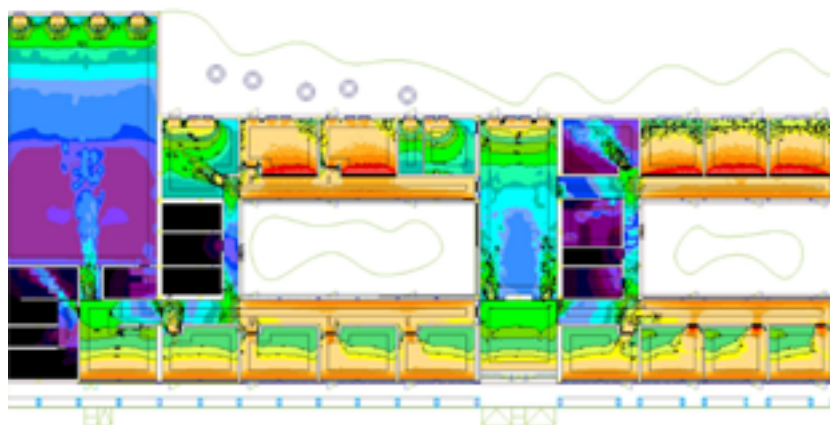
24 Envimet - software di calcolo delle prestazioni di comfort outdoor

4.2.2 Comfort Luminoso

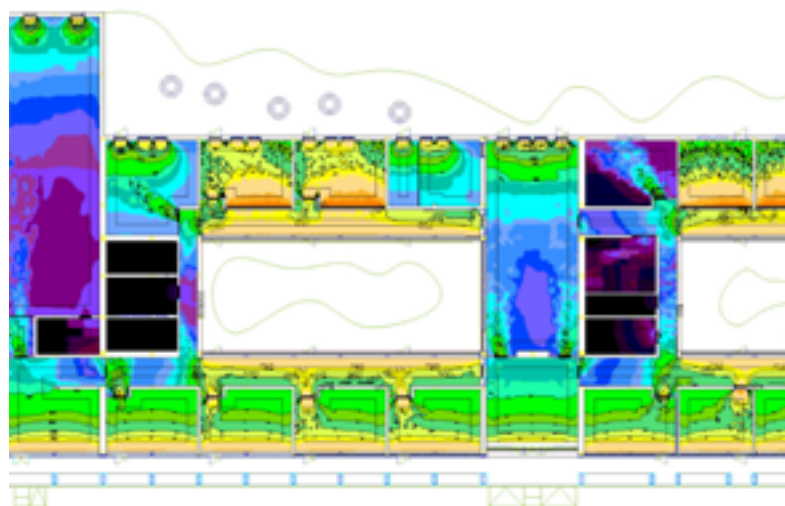
L'edificio si presenta con un orientamento ruotato rispetto ai punti cardinali, con gli ambienti principali orientati verso Sud Ovest. Si è scelta questa posizione per sfruttare la luce solare il più possibile nelle ore diurne. Si è scelto inoltre di posizionare un portico che media in parte la luce nel periodo dell'anno più caldo, intercettando i raggi solari quasi zenitali. Mentre per quanto riguarda la stagione invernale il portico è stato progettato in modo da lasciare entrare i raggi del sole, in questo periodo con maggiore inclinazione rispetto all'asse terrestre, per illuminare con la luce naturale.

Il software Dialux²⁵ ha calcolato questo risultato.

Situazione Estiva



Situazione Inver



25 Dialux - software di calcolo di ariazione e illuminazione all'interno di edifici di progetto

4.3 INVOLUCRO ED ENERGIA

Per la chiusura verticale esterna come detto in precedenza, abbiamo due involucri diversi.

La prima chiusura è realizzata tramite un curtain wall, una parete vetrata continua.

La seconda invece si tratta di un cappotto esterno realizzato con cartongesso isolante e intonaco.

Inserisci disegni e schede tecniche materiali

Per le partizioni interne, divisorie, si tratta sempre di pareti di cartongesso, con all'interno dell'isolante acustico.

Il solaio interpiano è composto di lamiera grecata e al di sopra isolante acustico, malta e pavimentazione.

Bibliografia

Capitolo Primo

Schröder U., *Bologna*, Ernst Wasmuth, Tübingen, Berlin, 2012;

http://www.cdpisgr.it/includes/pdf/immobili/Emilia_Bologna_Mazzoni.pdf;

<http://www.urbancenterbologna.it/images/stories/AreeMilitari/01-05/02-SchedaCasermaMazzoni.pdf>;

<http://www.urbancenterbologna.it/images/stories/AreeMilitari/16-20/20-SchedaScuoleTambroni.pdf>;

[http://urp.comune.bologna.it/PortaleTerritorio/portaleterritorio.nsf/0/6243420999645850c125758a0041042b/\\$FILE/ALLEGATO%20A%20all'Intesa%20sottoscritta.pdf](http://urp.comune.bologna.it/PortaleTerritorio/portaleterritorio.nsf/0/6243420999645850c125758a0041042b/$FILE/ALLEGATO%20A%20all'Intesa%20sottoscritta.pdf);

[http://urp.comune.bologna.it/PortaleTerritorio/portaleterritorio.nsf/0/6243420999645850c125758a0041042b/\\$FILE/ALLEGATO%20B%20all'Intesa%20sottoscritta.pdf](http://urp.comune.bologna.it/PortaleTerritorio/portaleterritorio.nsf/0/6243420999645850c125758a0041042b/$FILE/ALLEGATO%20B%20all'Intesa%20sottoscritta.pdf);

[http://urp.comune.bologna.it/portaleterritorio/portaleterritorio.nsf/b9e5776cf300a03a-c125706e004b4bd0/0454ecb06a4ee203c125787f003d448e/\\$FILE/PUV%20Bologna_Schema%20Accordo%20Integrativo.pdf](http://urp.comune.bologna.it/portaleterritorio/portaleterritorio.nsf/b9e5776cf300a03a-c125706e004b4bd0/0454ecb06a4ee203c125787f003d448e/$FILE/PUV%20Bologna_Schema%20Accordo%20Integrativo.pdf);

http://www.istat.it/it/files/2013/06/Urbes_2013_Bologna_V_7.4.pdf;

http://informa.comune.bologna.it/iperbole/media/files/sistema_dei_servizi_02.pdf;

<http://www.eib.org/infocentre/register/all/65276586.pdf>;

“Prezzario Regione Emilia Romagna 2015.” Accessed July 4, 2016. http://www.build.it/catalogo_dettaglio.asp?ID=524;

<https://www.agenziaentrate.gov.it/servizi/UfficiProvinciali/ufficio.htm?iduff=BO1&r=Emilia%20Romagna&pr=Bologna>;

http://www.borsinoimmobiliare.it/quotazioni-immobiliari/Emilia_Romagna/Bologna-Provincia/Bologna;

http://www.immobiliare.it/prezzi-mq/Emilia_Romagna/Bologna.html;

Capitolo Secondo

Antonini E., Boeri A., *Progettare Scuole Sostenibili*, Edicom Edizioni, Montefalcone (GO), 2011;

<http://www.ediliziascolastica.it/normativa>;

<http://www.infobuild.it/progetti/nuovo-polo-scolastico-lama-sud-a-ravenna>;

<http://www.oice.it/progettopubblico/44/scuola%20a%20ponzano%20veneto.pdf>;

<http://www.archidiap.com/opera/complesso-scolastico-raffaello>;

<https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/in-europa/asilo-quadrifoglio-337>;

<http://www.domusweb.it/it/notizie/2011/10/07/cariparma-asilo-nido-aziendale.html>;

<http://www.architetto.info/news/progettazione/design-a-misura-di-bambino-la-scuola-progettata-da-paul-le-querneq-a-saint-denis>;

<file:///C:/Users/Linda/Desktop/Tasca.pdf>;

[http://www.perottoni.com/Progetti/7/Edilizia-Scolastica/50/Scuola-Materna-di-Casorezzo-\(MI\)](http://www.perottoni.com/Progetti/7/Edilizia-Scolastica/50/Scuola-Materna-di-Casorezzo-(MI));

“Google Books Link.” Accessed July 4, 2016. <https://books.google.it/books?id=ujB-2V4sSf0C>;

Capitolo Terzo

http://tracce.it/?id=471&id_n=32013 ;

<https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/13342/1/Manuela%20Cimino%20740859.pdf>;

“Google Books Link.” Accessed July 4, 2016. <https://books.google.it/books?id=DvaC-CwAAQBAJ>;

http://www.rivistapsicologianalitica.it/v2/PDF/18-1978-Per_una_simbolica_ambiente/18-78-cap8.pdf;

Roberto Burle Marx, *The modernity of landscape*, Actar, Barcelona, 2011;

Capitolo Quarto

The Plan, Architecture and technologies in detail, Marzo 2015, n. 080

The Plan, Architecture and technologies in detail, Aprile 2015, n. 081

The Plan, Architecture and technologies in detail, Maggio 2015, n. 082

The Plan, Architecture and technologies in detail, Giugno 2015, n. 083

The Plan, Architecture and technologies in detail, Settembre 2015, n. 084

The Plan, Architecture and technologies in detail, Ottobre 2015, n. 085

The Plan, Architecture and technologies in detail, Novembre 2015, n. 086

The Plan, Architecture and technologies in detail, Dicembre 2015/Gennaio 2016, n. 087

Allegati

Classificazione dell'edificio secondo Regione Emilia Romagna: D.G.R. 967/2015 - Intero edificio

Dati geometrici

Superficie utile riscaldata	Su,H	4.423,42	m ²
Superficie utile raffrescata	Su,C	4.423,42	m ²
Volume lordo riscaldato	V,H	18.529,31	m ³
Volume lordo raffrescato	V,C	18.529,31	m ³
Superficie disperdente	Sdisp	8.119,90	m ²

Fabbisogni di energia termica utile

EPH,nd	38,11	kWh/m ²
EPC,nd	11,59	kWh/m ²
EPW,nd	0,4	kWh/m ²

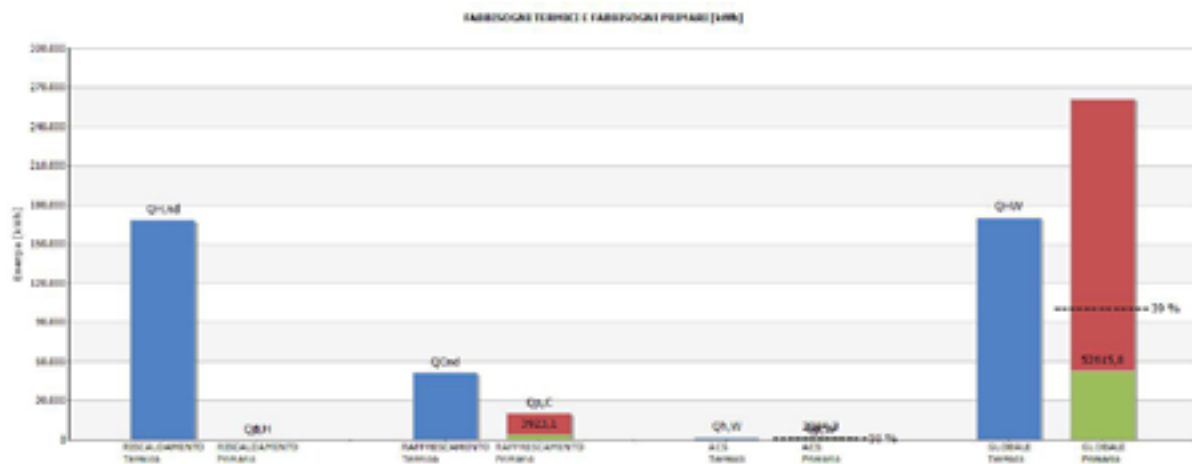
Fabbisogni di energia primaria

EPH,ren	0	kWh/m ²	EPH,nren	0	kWh/m ²	EPH,tot
EPC,ren	0,89	kWh/m ²	EPC,nren	3,68	kWh/m ²	EPC,tot
EPW,ren	0,52	kWh/m ²	EPW,nren	0	kWh/m ²	EPW,tot
EPV,ren	0	kWh/m ²	EPV,nren	0	kWh/m ²	EPV,tot
EPL,ren	10,49	kWh/m ²	EPL,nren	43,53	kWh/m ²	EPL,tot
EPgl,ren	11,89	kWh/m ²	EPgl,nren	47,21	kWh/m ²	EPgl,tot

Legenda

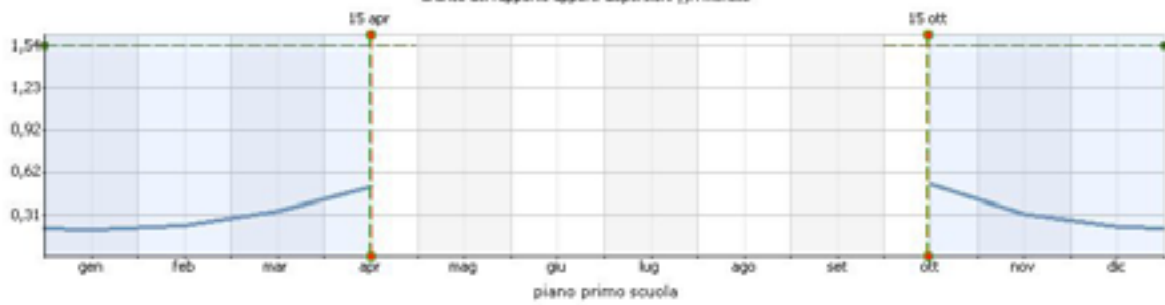
EPH,nd: indice di prestazione termica utile per riscaldamento	EPC,nd: indice di prest
EPW,nd: indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria	
EPH,ren: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale rinnovabile	EPH,nren: indice di pre rinnovabile
EPH,tot: indice di prestazione energetica per la climatizzazione totale	ηH: efficienza media st
EPC,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per la climatizzazione estiva	EPC,nren: indice di pre estiva
EPC,tot: indice di prestazione energetica totale per la climatizzazione estiva totale	ηC: efficienza media st
EPW,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria	EPW,nren: indice di pr acqua calda sanitaria
EPW,tot: indice di prestazione energetica totale per la produzione di acqua calda sanitaria	ηW: efficienza media s
EPV,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per la ventilazione	EPV,nren: indice di pre
EPV,tot: indice di prestazione energetica totale per la ventilazione	
EPL,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per l'illuminazione degli ambienti	EPL,nren: indice di pre ambienti
EPL,tot: indice di prestazione energetica totale per l'illuminazione degli ambienti	
EPgl,ren: indice di prestazione energetica globale rinnovabile	EPgl,nren: indice di pre
EPgl,tot: indice di prestazione energetica globale totale	

Verifiche effettuate per: Unità immobiliare 1 secondo DM Requisiti minimi			
CONDENSA SUPERFICIALE			
		Valore	Limite
Porta esterna vetrata - frsi Max		0,75	0,86
Porta interna legno - frsi Max		0,75	0,65
PVE 1 - frsi Max		0,76	0,97
POE 1 (tetto giardino) - frsi Max		0,76	0,99
Solaio contro terra - frsi Max		1,01	0,95
parete vetrata - frsi Max		0,76	0,96
CONDENSA INTERSTIZIALE			
		Valore	Limite
Porta esterna vetrata - Ma max		-	-
Porta interna legno - Ma max		-	-
PVE 1 - Ma max		-	-
POE 1 (tetto giardino) - Ma max		-	-
Solaio contro terra - Ma max		-	-
parete vetrata - Ma max		0,00	0,00
COEFFICIENTE MEDIO GLOBALE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE PER UNITÀ DI SUPERFICIE			
		Valore	Limite
H'T		0,19	0,55
AREA SOLARE EQUIVALENTE ESTIVA PER UNITÀ DI SUPERFICIE UTILE			
		Valore	Limite
Asol,est/Asup utile		0,00	0,04
EFFICIENZA MEDIA STAGIONALE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE			
		Valore	Limite
Eta,g,H,tot		1,00	0,55
EFFICIENZA MEDIA STAGIONALE DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACS			
		Valore	Limite
Eta,g,W,tot		0,77	0,68
EFFICIENZA MEDIA STAGIONALE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA			
		Valore	Limite
Eta,g,C,tot		2,54	0,84
INDICE DI PRESTAZIONE TERMICA UTILE PER RISCALDAMENTO			
		Valore	Limite
EPH,nd		38,12	48,82
INDICE DI PRESTAZIONE TERMICA UTILE PER RAFFRESCAMENTO			



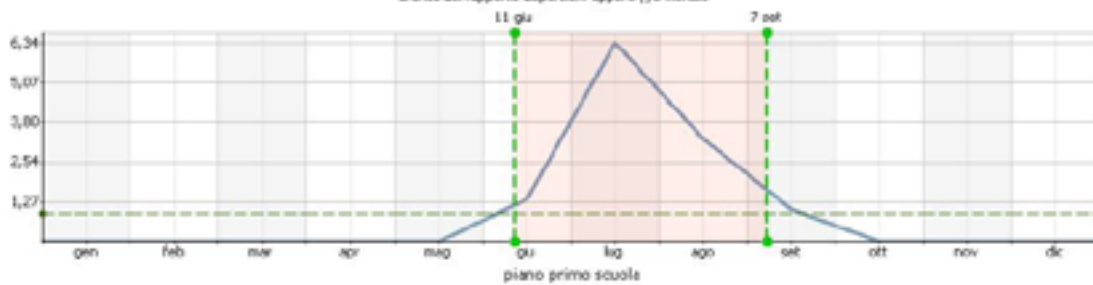
Durata della stagione di riscaldamento

Grafico del rapporto apporti-dispersioni y, H mensile



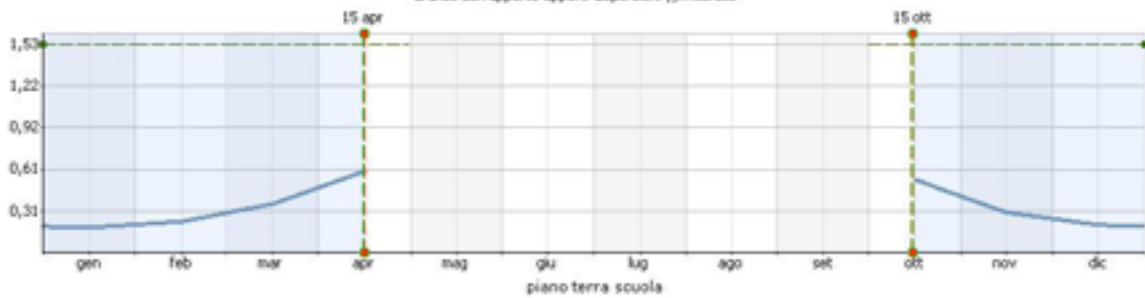
Durata della stagione di raffreddamento

Grafico del rapporto dispersioni-apporti y, C mensile



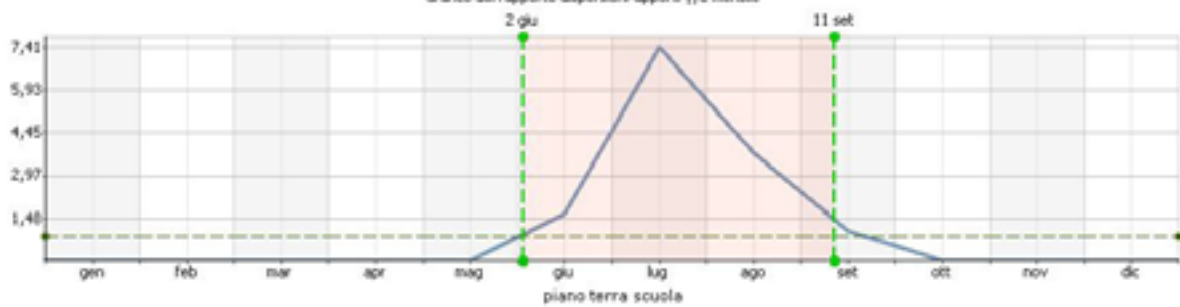
Durata della stagione di riscaldamento

Grafico del rapporto apporti-dispersioni y, H mensile



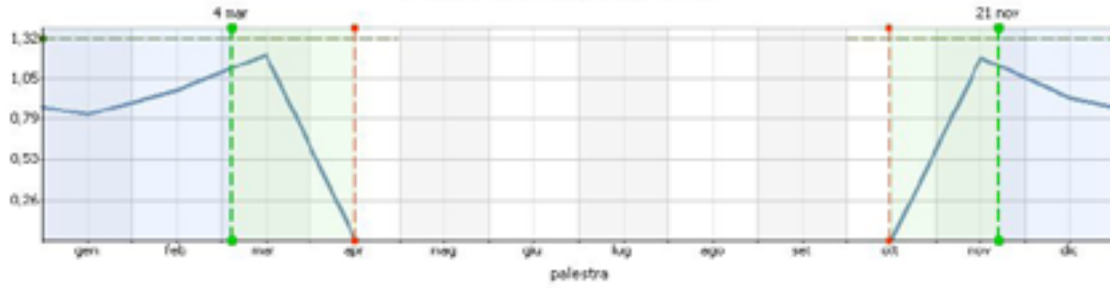
Durata della stagione di raffreddamento

Grafico del rapporto dispersioni-apporti y, C mensile



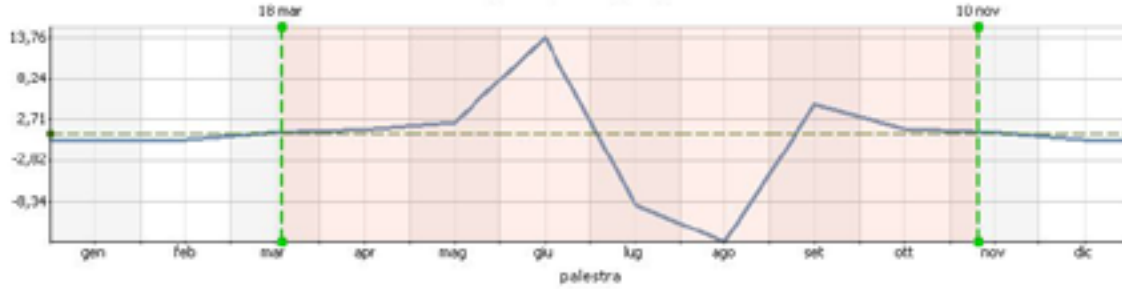
Durata della stagione di riscaldamento

Grafico del rapporto apporti-dispersioni γ, H mensile



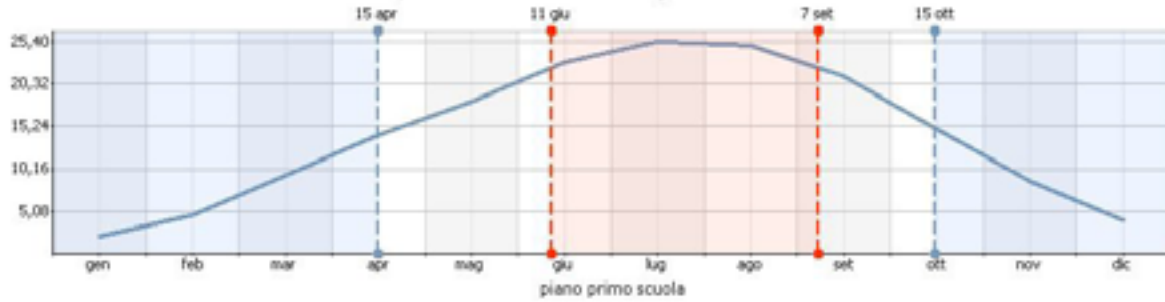
Durata della stagione di raffrescamento

Grafico del rapporto dispersioni-apporti γ, C mensile



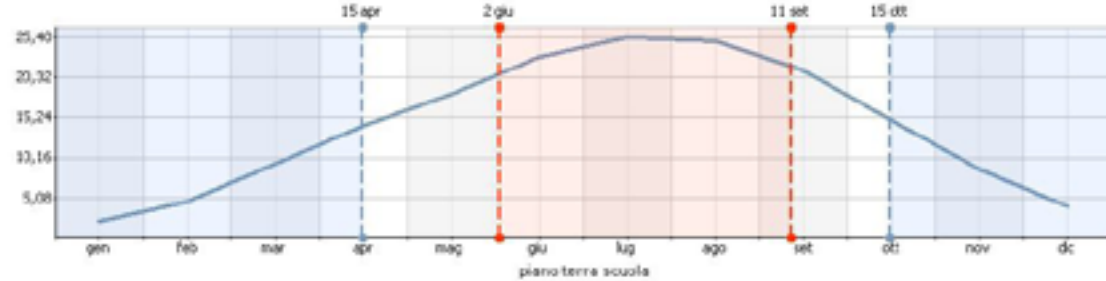
STAGIONI DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO

Andamento delle temperature esterne medie mensili nelle stagioni di riscaldamento e raffrescamento



STAGIONI DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO

Andamento delle temperature esterne medie mensili nelle stagioni di riscaldamento e raffrescamento



REGIONE

QUARTIERE

ZONA

DATI DI PROGETTO
 Elementare Tambroni
 via Murri 185, (BO)
 Edificio adibito ad attività
 scolastica (E.7)

DATI CLIMATICI
 Altitudine: 54 (m)
 Gradi giorno: 2.259
 Zona climatica: E



CARATTERISTICHE AREA

- LOTTO SAFURO**
- INQUINAMENTO ACUSTICO**
- MANCANZA DI VERDE**
- PERCENTUALE ELEVATA DI INCIDENTI**
- STRADA A PERCORRENZA VELOCE**
- ASSENTI PISTE CICLABILI**
- INQUINAMENTO**
- COLLEGAMENTI CON MEZZI PUBBLICI MIGLIORABILI**

CARATTERISTICHE SCUOLA

Superficie territoriale (mq) 2.818
 Superficie utile lorda (mq) 3.582
 Volume (mc) 11.051

CLASSE ENERGETICA



STATO ATTUALE



SOLEGGIAMENTO



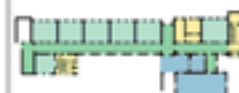
1° LIVELLO



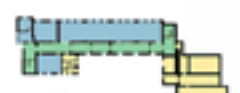
2° LIVELLO



3° LIVELLO

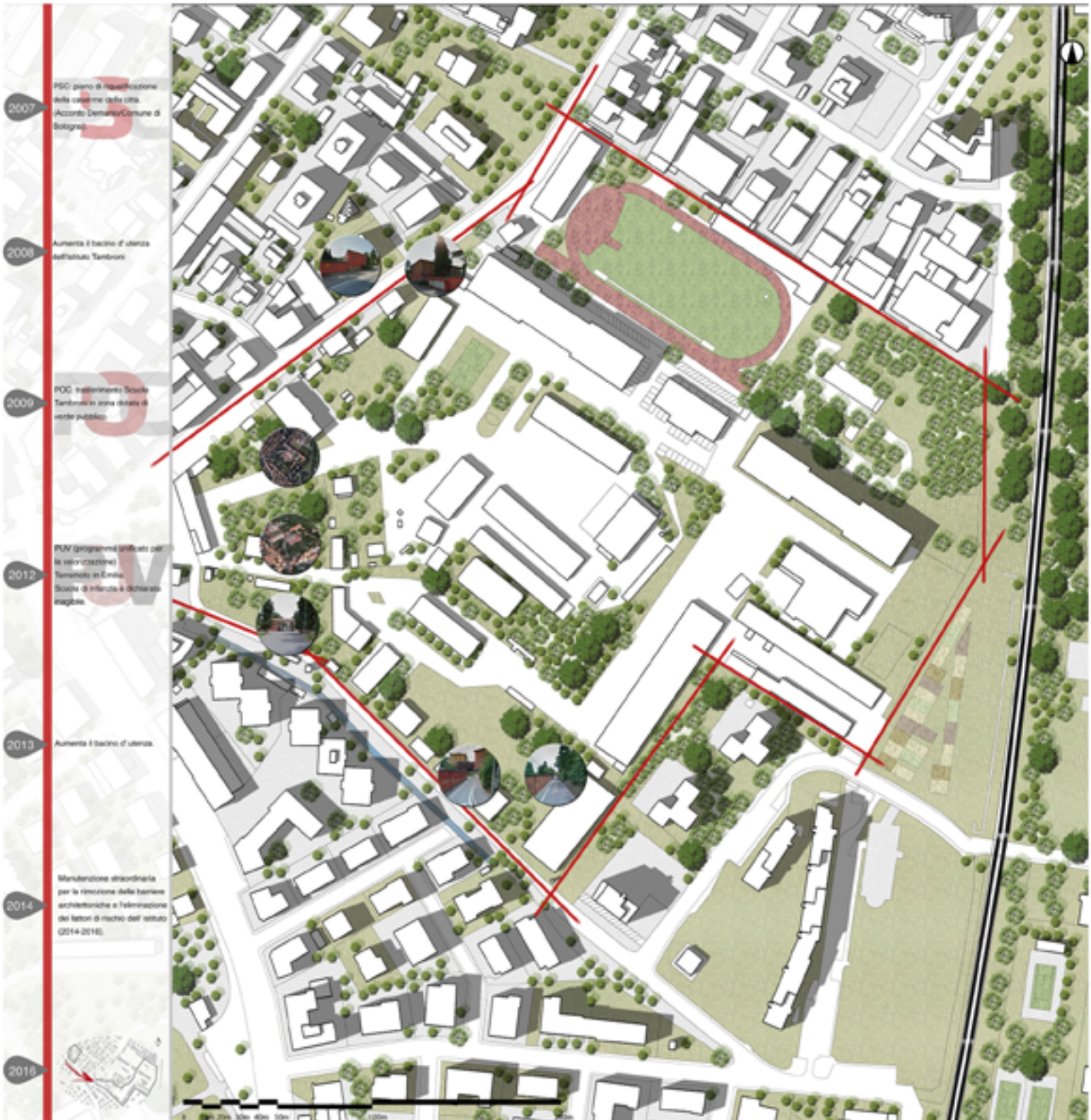


4° LIVELLO



- Spazi Comuni
- Spazi Distribuiti
- Servizi
- Scuola d'Infanzia
- Scuola Primaria

SCUOLA D'INFANZIA	SCUOLA PRIMARIA	TOTALE ALUNNI
2 Sezioni 6 Classi 20 Alunni per classe	2 Sezioni 9 Classi 20 Alunni per classe	6 + 9 = 15 Classi 15 x 20 = 300



CARATTERISTICHE AREA

Superficie territoriale (mq): 48.253
 Superficie utile lorda (mq): 19.901
 Volume (mq): 96.785
 Numero edifici: circa 33

STATO ATTUALE CASERMA

-  EDIFICI NON PERFETTAMENTE MANUTENUTI
-  ALTEZZA PREVALENTE EDIFICIO
-  PRESENZA DI AREE VERDI

VIABILITA'



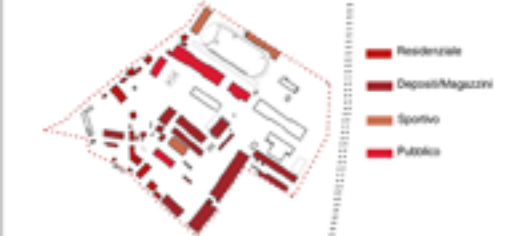
STATO DEGLI EDIFICI

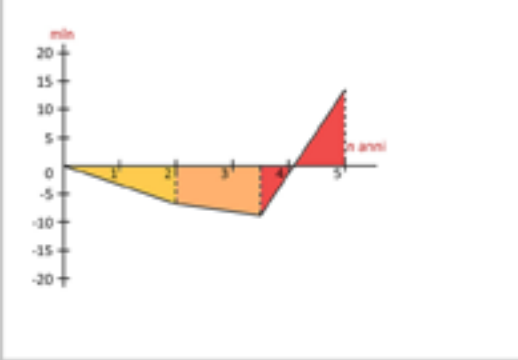
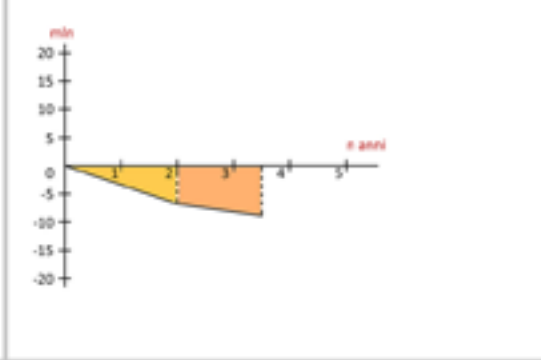
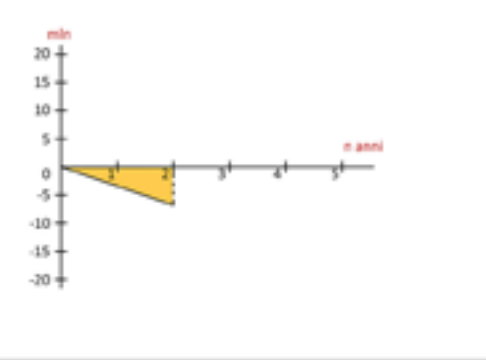
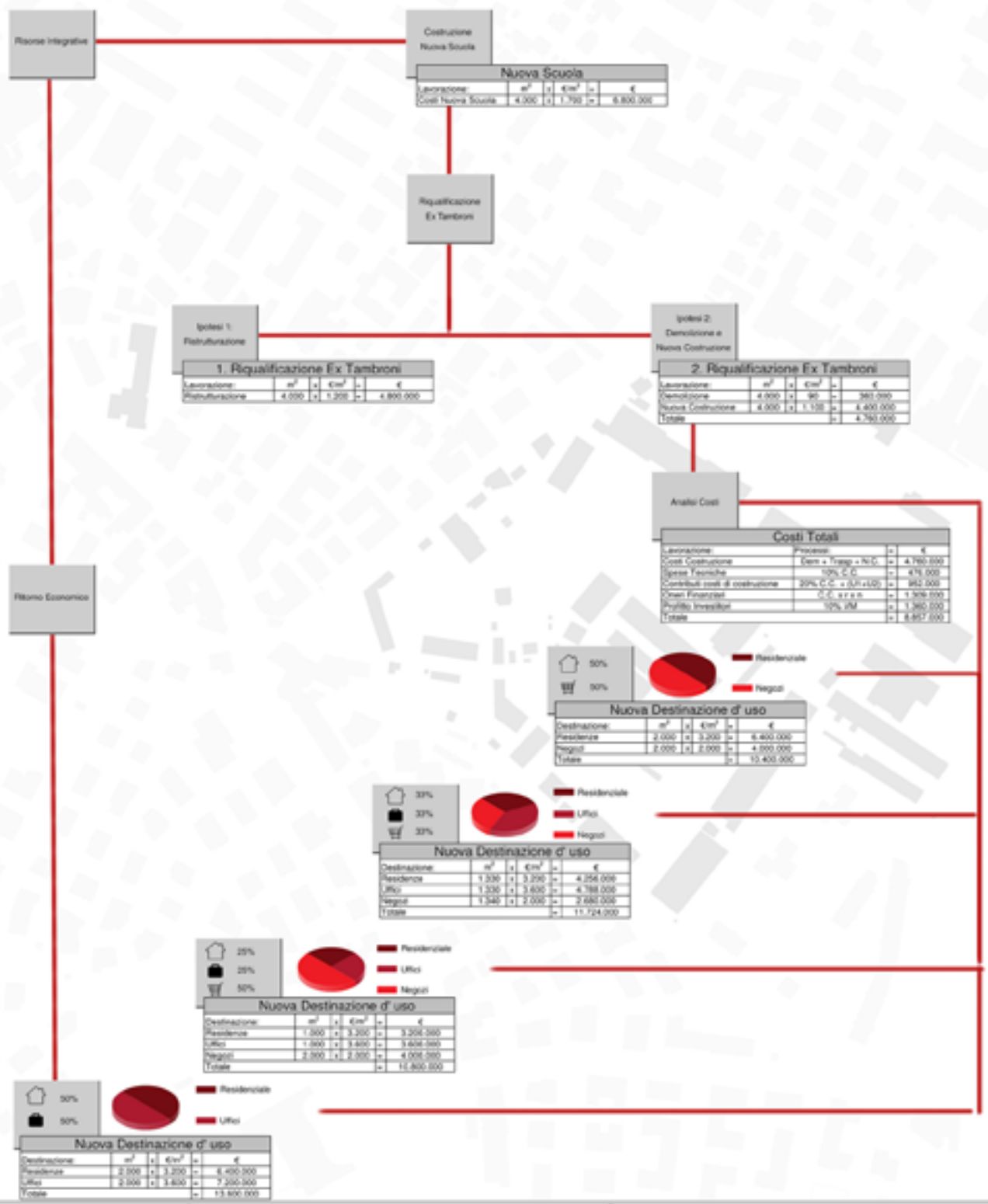


VERDE



DESTINAZIONE D' USO EDIFICI

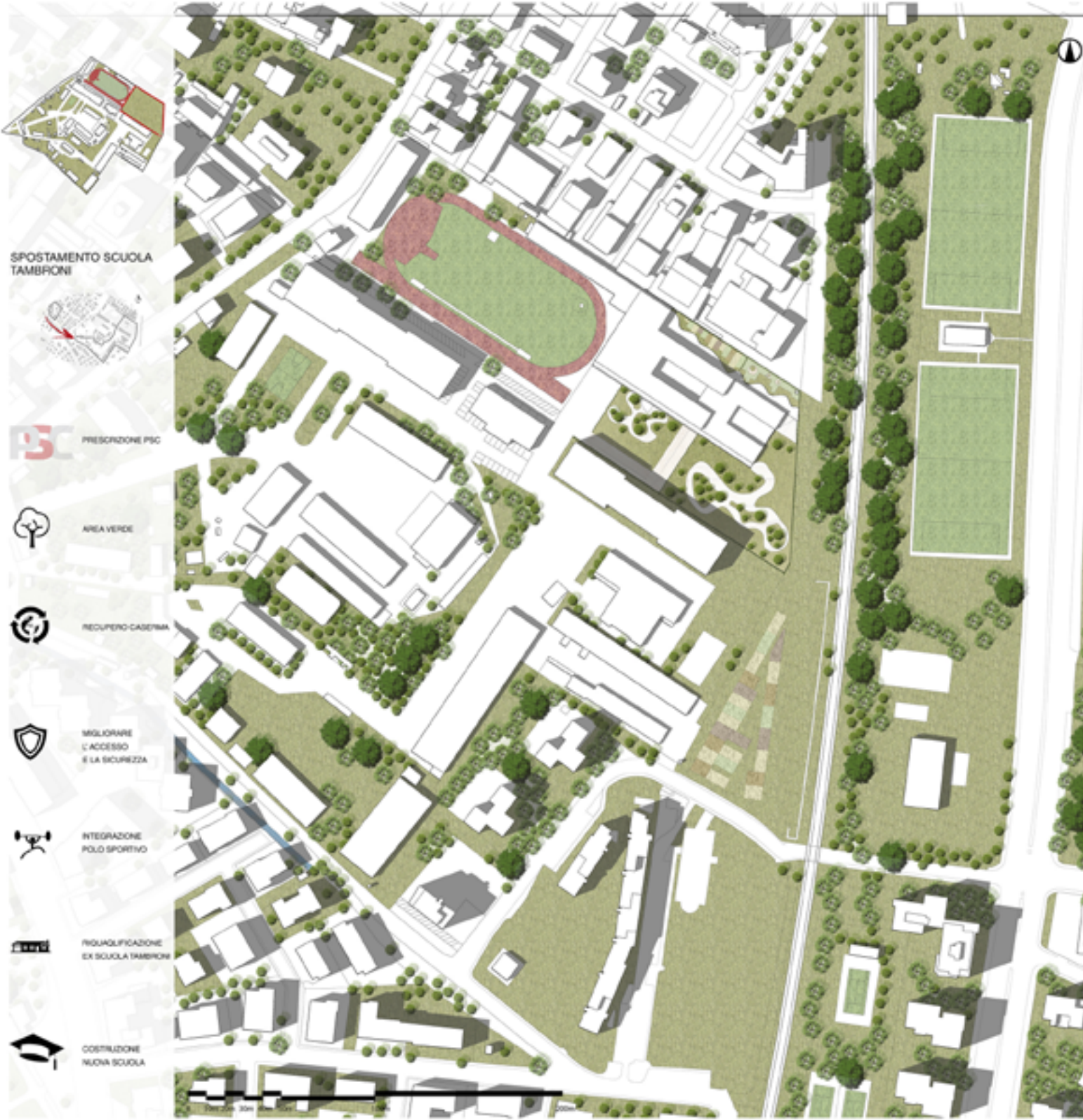




VAN			
Costi Nuova Scuola	6,8 mln	x 1,0625	= 7,2 mln
Costi Ex Tamboni	6,8 mln	x 1,0923	= 7,4 mln
Valore Futuro Ex Tamboni	15,8 mln	x 1,0625	= 16,7 mln

Rientro e Risorsa Integrative			
Valore Futuro Ex Tamboni - Costi Ex Tamboni	9,7 mln	- 6,8 mln	= 2,9 mln
Costi Nuova Scuola - Rientro	5,8 mln	- 2,8 mln	= 3,1 mln



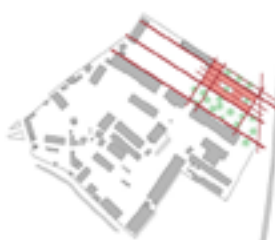




Tipologie Analizzate



Composizione Relazione col contesto



Esposizione Orientamento



Funzioni Distribuzione



Asse Verde

Asse Verde

21 Giugno

23 Dicembre

- Infermeria
- Primaria
- Spazi Comuni
- Palestra
- Spazi di Servizio e Distribuzione

SCUOLA PRIMARIA
SCUOLA D'INFANZIA

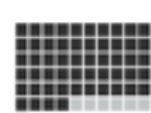
- giardino
- ingresso
- laboratori
- aule
- mensa
- biblioteca
- sezioni
- dormitori
- palestra

SCUOLA PRIMARIA
STATO DI FATTO
9 CLASSI
2 SEZIONI
20 ALUNNI PER CLASSE
180 ALUNNI

Descrizione Attività

Attività Didattiche
- Attività normali
- Attività Interdisc

m²/alunno
1.80
0.64
2.44



Attività Collettive
- Attività integrative e
parascuolastiche

0.40



- Mensa

0.70



- Cucina

1



Servizi
- spazi previsti per classe

1



SCUOLA D'INFANZIA

STATO DI FATTO
2 SEZIONI
6 CLASSI
20 BAMBINI PER CLASSE
120 BAMBINI

Descrizione Attività

Attività Ordinate
- Attività a spuntino
- Attività Speciali

m²/alunno
1.80
0.45
2.25



Servizi
- Mensa

0.40



- Cucina

0.50



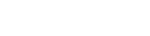
- n. vani per sezione

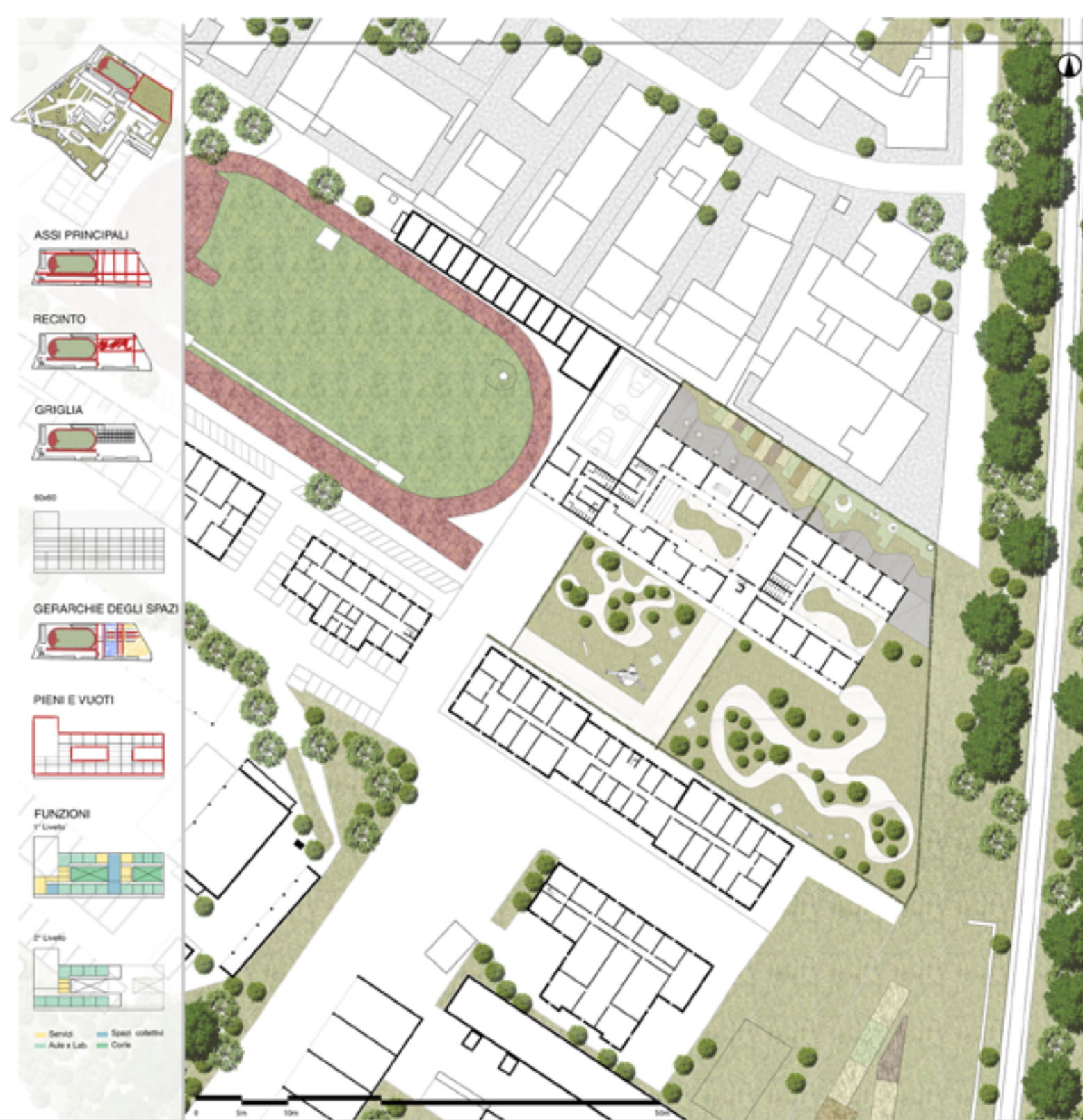
3

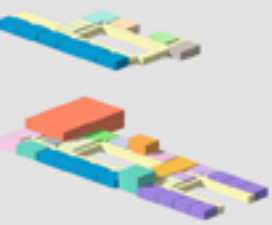
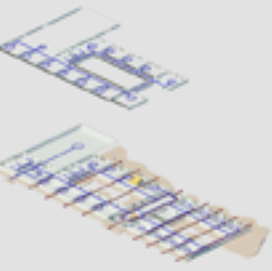


- Dormitori/Servizi

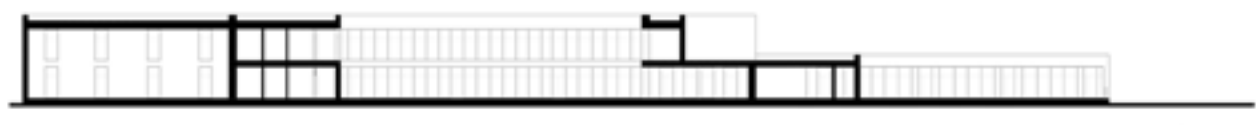
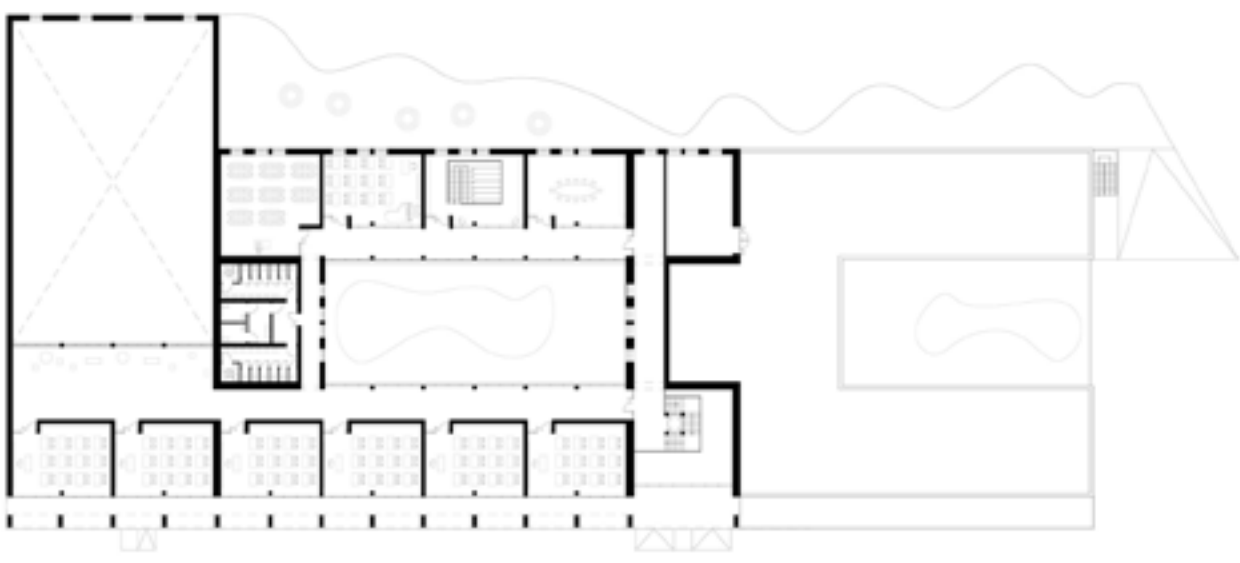
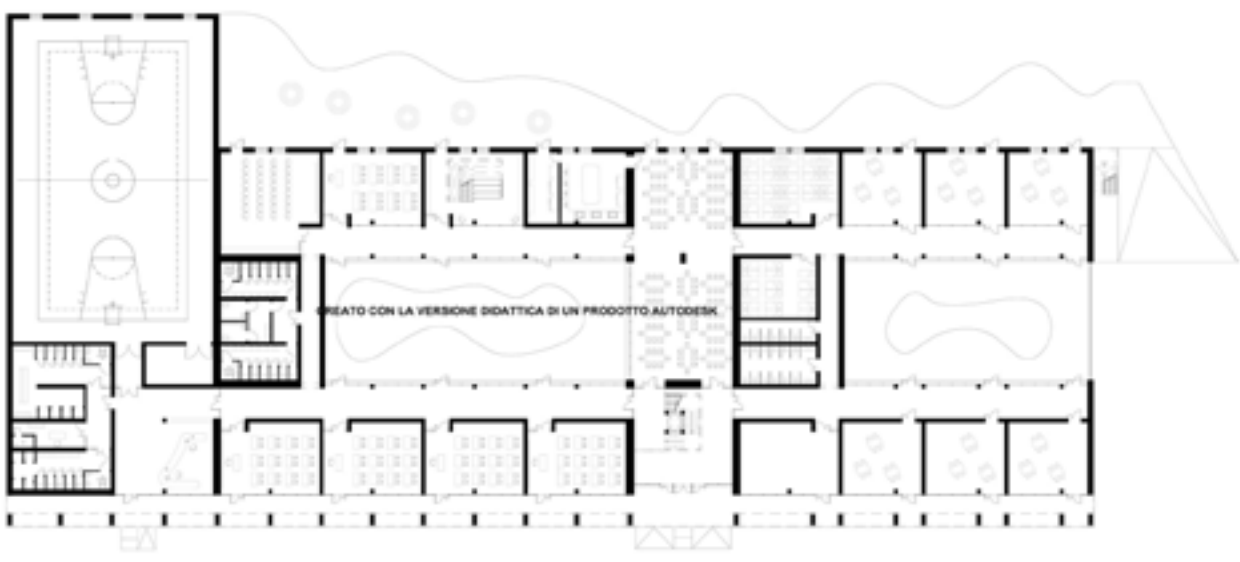
0.67

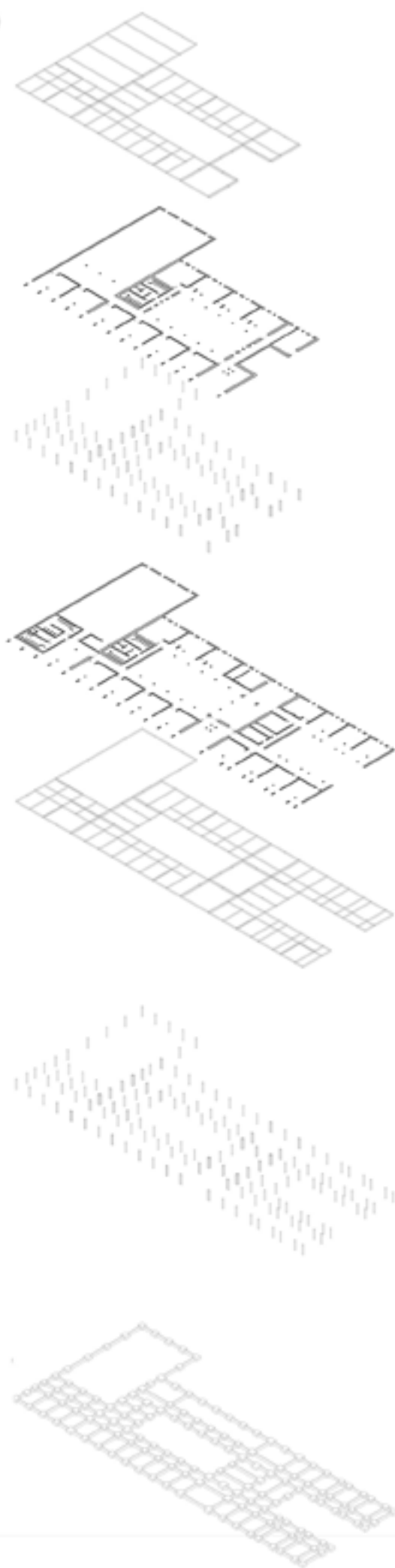
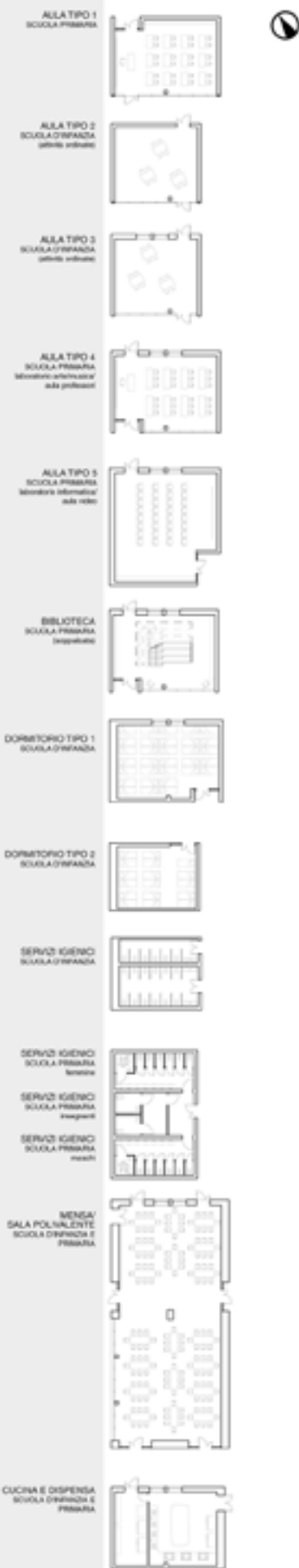






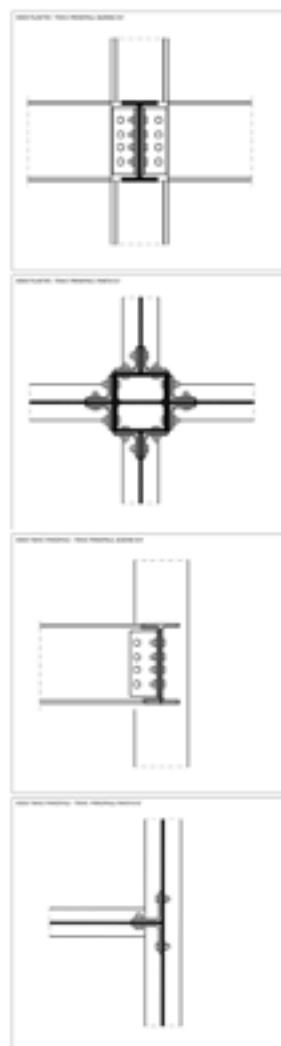
- Palestra
- Magazzino
- Ingresso
- Spogliatoio
- Aule Scuole Primarie
- Servizi
- Aule Insegnanti
- Laboratorio Musicale
- Laboratorio Informatico
- Aula Video
- Laboratorio Artistico
- Biblioteca
- Cucina/Cappensia
- Mensa/Sala Polivalente
- Dormitori
- Aule Scuole d'Infanzia

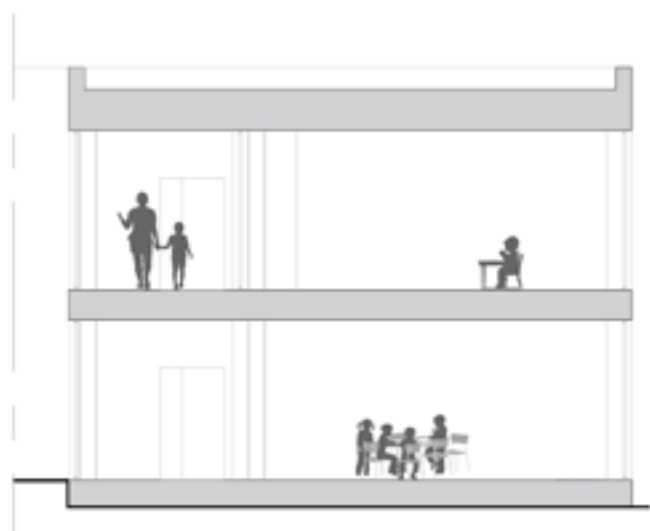
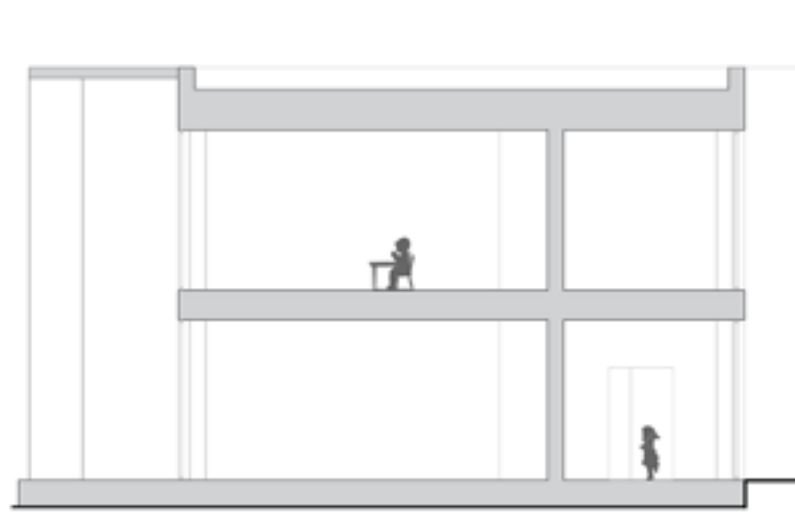
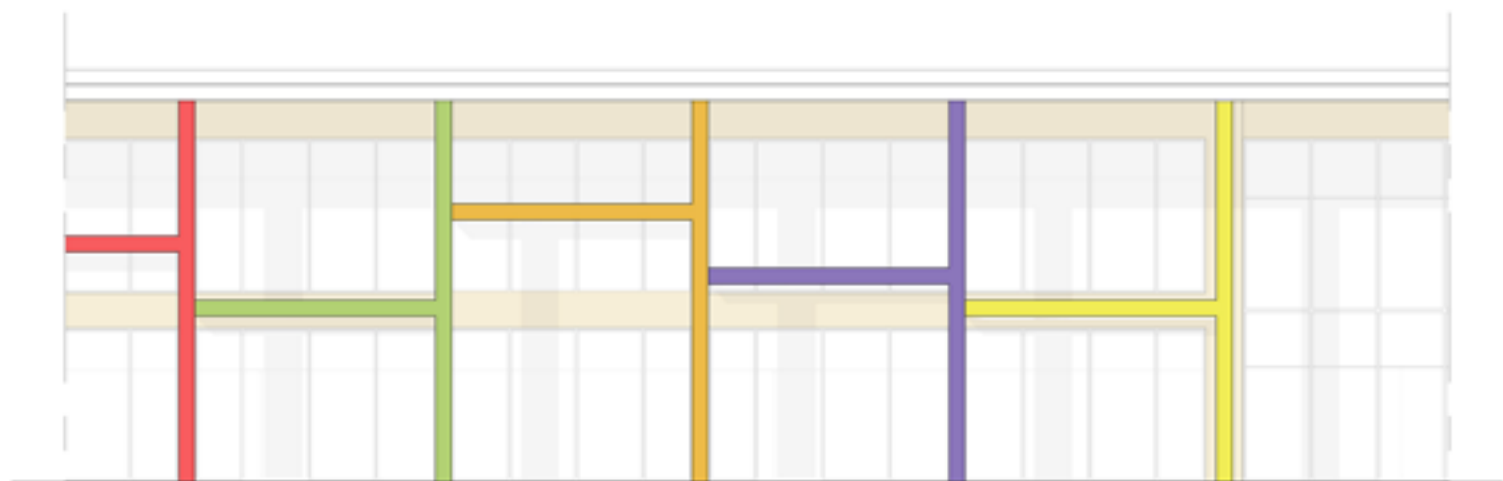


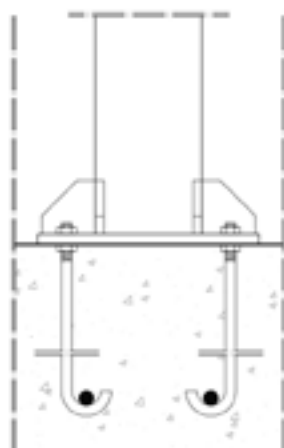
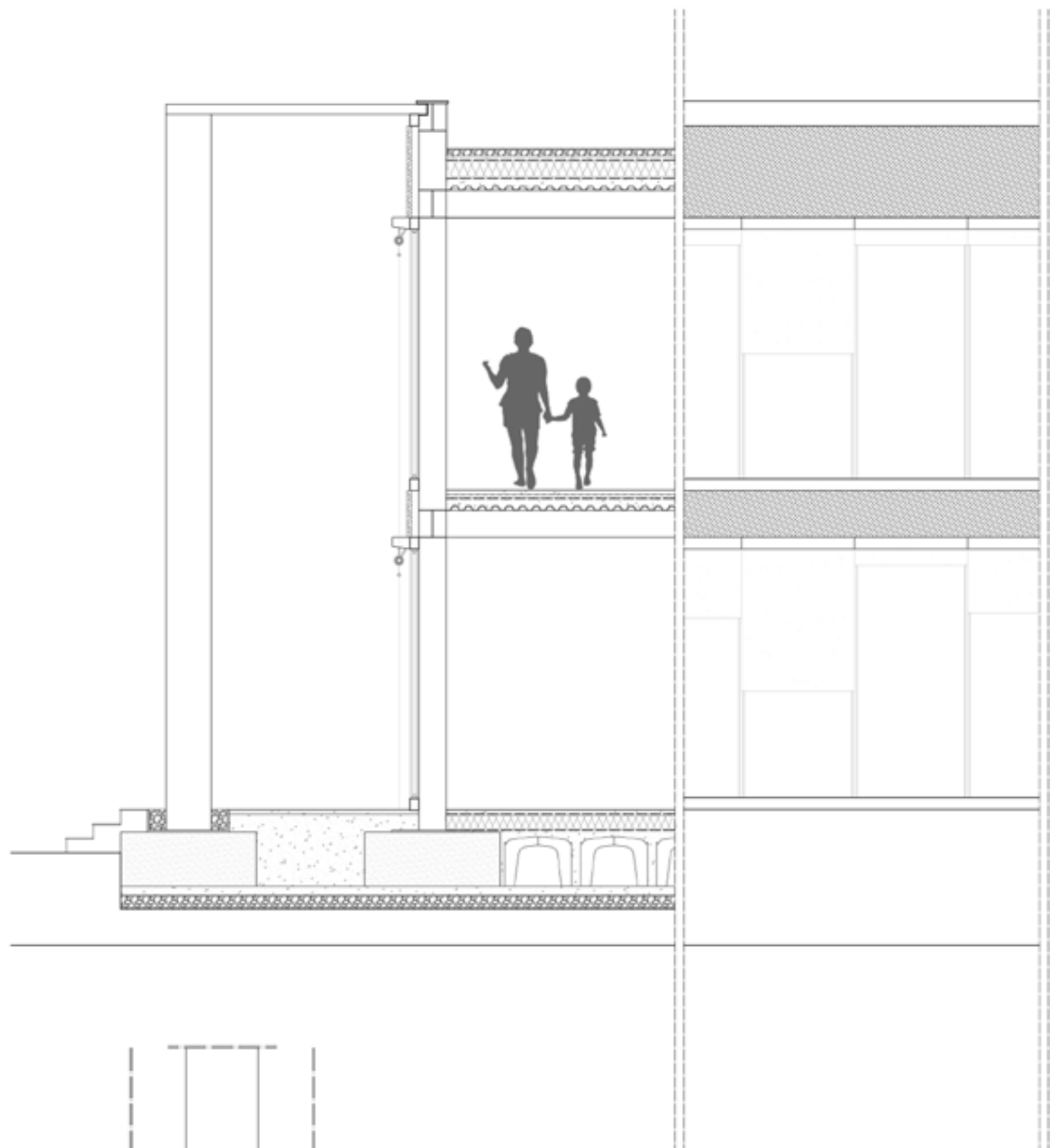


	METRATURA	ALTEZZA	SUPERFICIE FINESTRA	RAPPORTO ILLUMINANTE	SPECIFICHE
ALA TIPO 1	61,0 m ²	3,0 m	27,9 m ²	0,457	24 sedile capienza 25
ALA TIPO 2	51,0 m ²	3,0 m	22,5 m ²	0,441	capienza 24
ALA TIPO 3	51,0 m ²	3,0 m	33,3 m ²	0,652	capienza 24
ALA TIPO 4	64,0 m ²	3,0 m	30,9 m ²	0,506	capienza 31
ALA TIPO 5	86,5 m ²	3,0 m	16,8 m ²	0,124	capienza 35
BIBLIOTECA	100,5 m ²	6,5 m	61,6 m ²	0,607	
DORMITORIO TIPO 1	41,0 m ²	3,0 m	nullo	nullo	17 letti
DORMITORIO TIPO 2	41,0 m ²	3,0 m	nullo	nullo	16 posti per 6 sezioni
SERVIZI IGIENICI	25,7 m ²	3,0 m	nullo	nullo	6+1 posti per 4 classi (prima parte), per 6 classi (seconda parte)
SERVIZI IGIENICI (segnali)	25,7 m ²	3,0 m	nullo	nullo	2 posti per piano
MENSA / SALA POLISALENTE	200,6 m ²	3,0 m	47,4 m ²	0,234	capienza 400
CUCINA E DISPENSA	62,0 m ²	3,0 m	16,8 m ²	0,174	

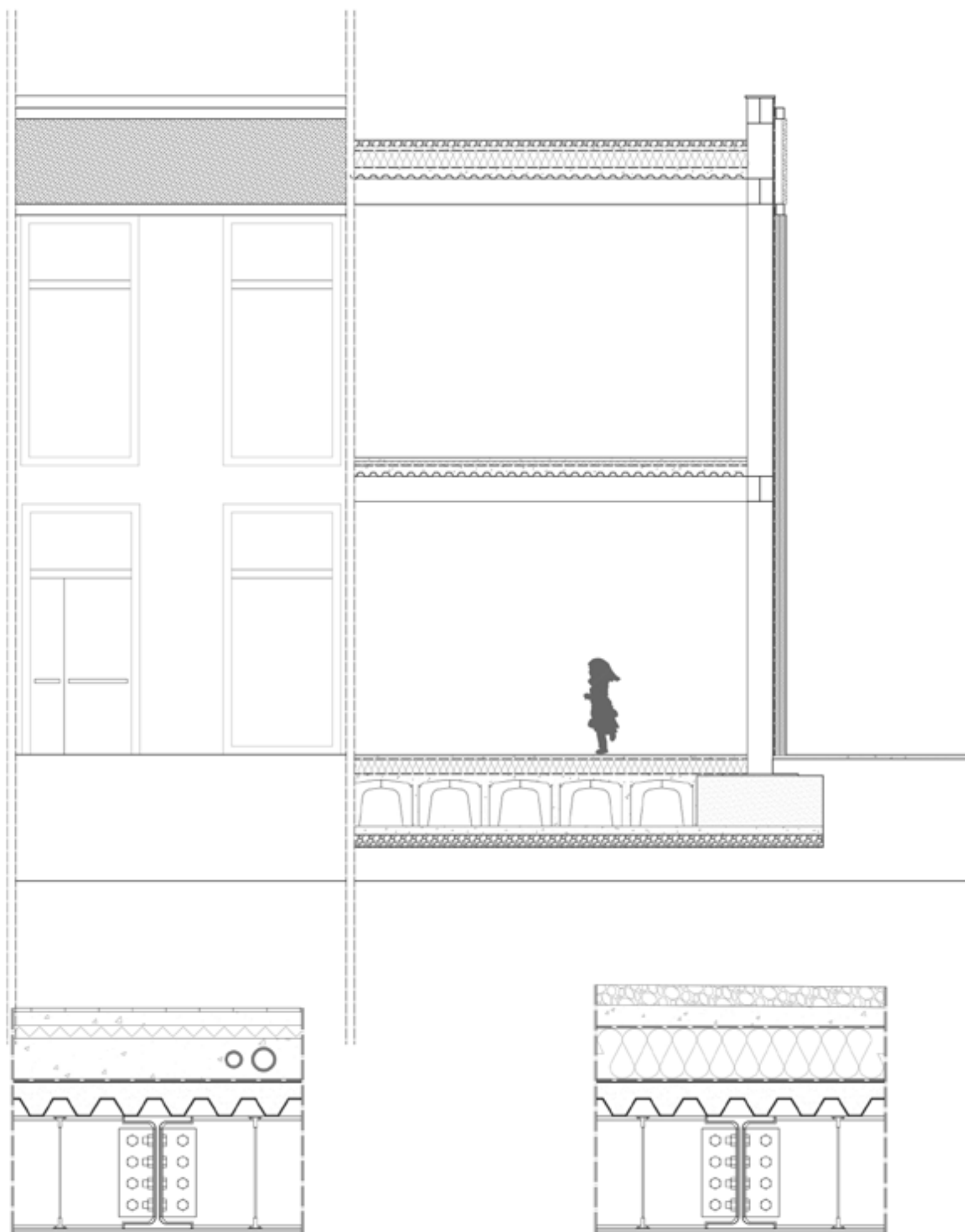
CREATO CON LA VERSIONE DEMONSTRATIVA DI UN PRODOTTO AUTODESK

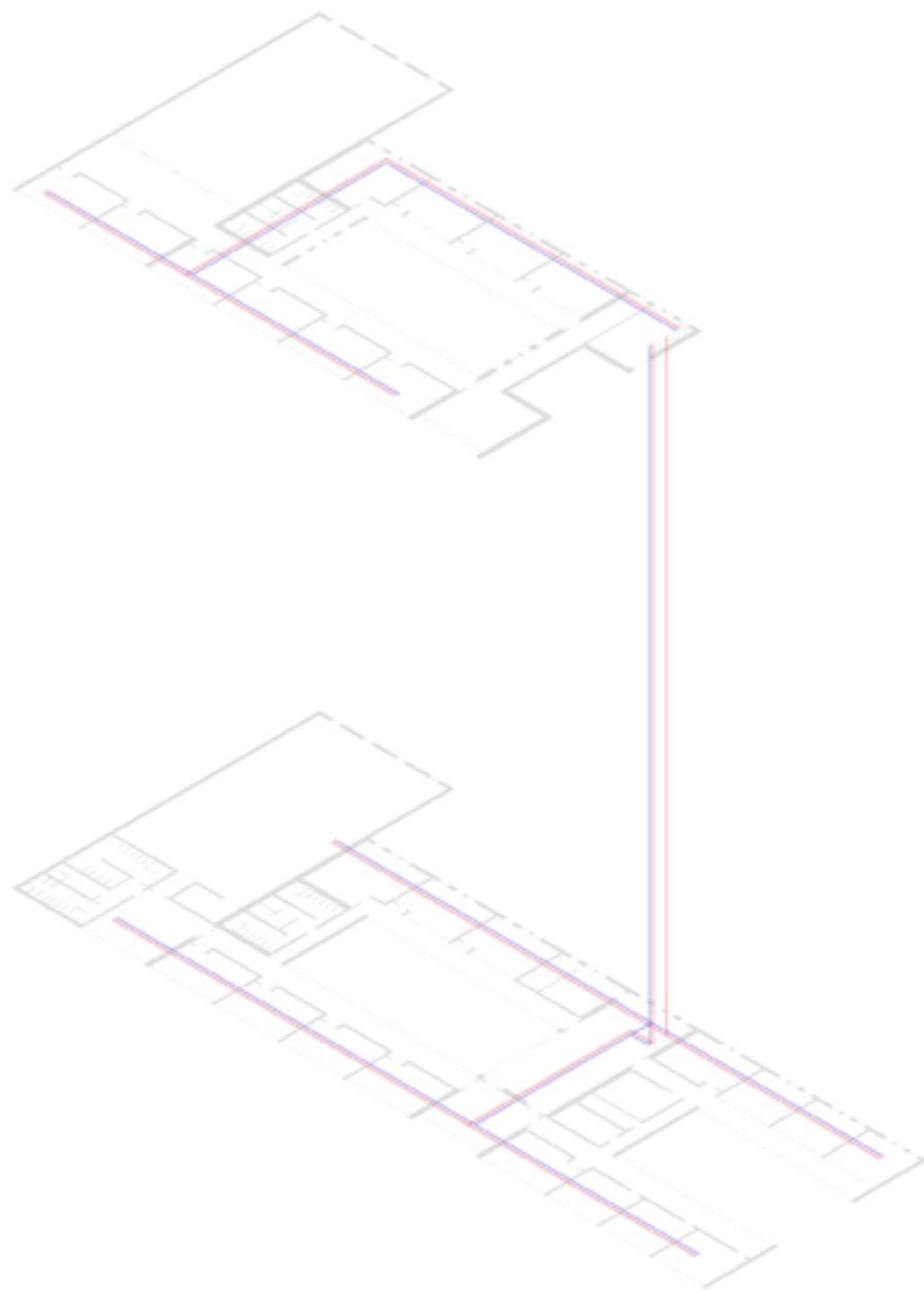






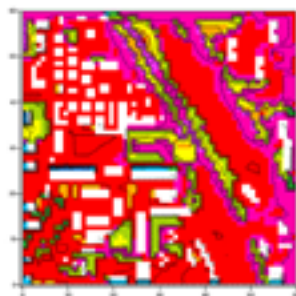
DETTAGLIO 1.10 AGGANCIO COPERTURA PORTICO?



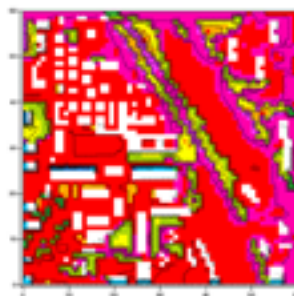


PMV
 Predicted mean vote, voto medio previsto.
 Valutazione dello stato di benessere degli individui.

Scala da -3 a +3



PMV (1/1)

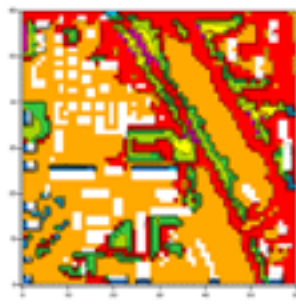


PMV (1/1)

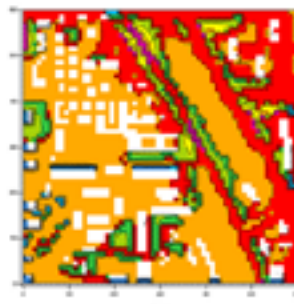


PPD

Percentage of Person Dissatisfied, percentuale di persone insoddisfate.



PPD (1/1)

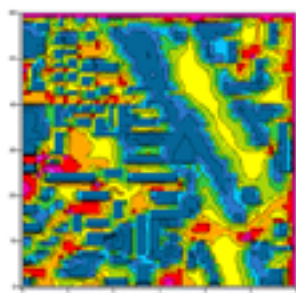


PPD (1/1)

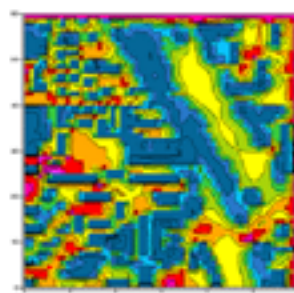


VELOCITA' DEL VENTO

fino a 0.25 m/s:
 impercettibile
 0.25-0.50 m/s:
 piacevole
 0.50-1.00 m/s:
 sensazione di aria in movimento
 1.00-1.50 m/s:
 corrente d'aria da lieve a fastidiosa
 oltre 1.50 m/s:
 fastidiosa
 Estate: 0.1 - 0.2 m/s
 Inverno: 0.05 - 0.1 m/s



VELOCITA' (1/1)

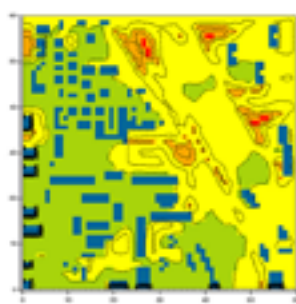


VELOCITA' (1/1)

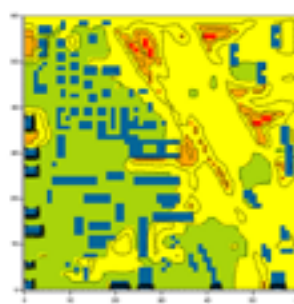


TEMPERATURA DELL'ARIA

Estate: 24 - 26 °C
 Inverno: 19 - 20 °C



TEMPERATURA (1/1)

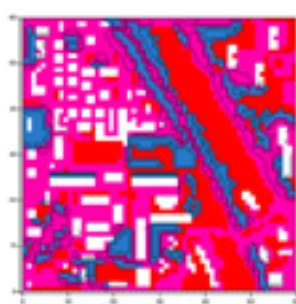


TEMPERATURA (1/1)

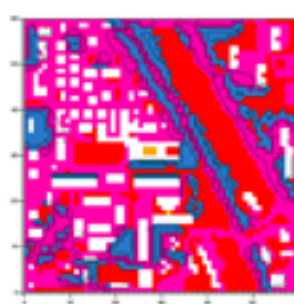


TEMPERATURA MEDIA RADIANTE

E' la temperatura media pesata delle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente incluso l'effetto dell'irraggiamento solare incidente.



TEMPERATURA (1/1)

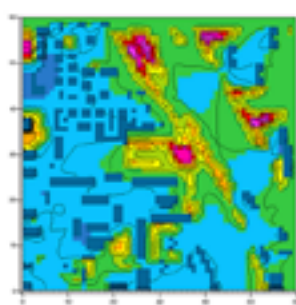


TEMPERATURA (1/1)

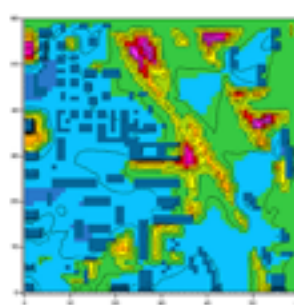


UMIDITA' SPECIFICA

Umida presente in una determinata massa d'aria.
 Viene definita come il rapporto tra la massa di vapore d'acqua e la massa di aria secca contenute nello stesso volume di aria umida.



UMIDITA' (1/1)



UMIDITA' (1/1)



Figura 1 Simulazione Climatica
 Meteo: 10/06/2015
 10:00:00:00

Figura 1 Simulazione Climatica
 Meteo: 10/06/2015
 10:00:00:00

Mean Radiant Temperature

Mean Radiant Temperature

Specific Humidity

Specific Humidity

