

RELAZIONE TECNICO-ECONOMICA

1. PREMESSA

Il concorso per la realizzazione di un nuovo edificio che andrà ad ospitare la scuola media di Sangemini rappresenta un'affascinante occasione per "ricomporre" e qualificare un'area di indubbio interesse posta a ridosso del centro storico (quadrante sud-est) e, nel contempo, parte di un sistema "verde" di elevato pregio compreso nel versante collinare del "Colle". L'occasione potrebbe essere quindi quella di immaginare lo sviluppo del "polo scolastico comunale" all'interno di un più ampio progetto che veda sfumare le strutture e gli ambiti prettamente scolastici all'interno di spazi ricreativi con funzionalità ludica (propri, ad esempio, di un parco urbano) eventualmente integrati con il preesistente centro sportivo andando così a realizzare quel "continuum educativo" auspicato dallo stesso D.M. LLP 18.12.1975.

Viste quindi le caratteristiche morfologiche del sito (il terreno, particolarmente acclive, presenta un dislivello tra la quota della scuola elementare e quella della palestra pari a circa 15,00 ml), nella elaborazione della nostra proposta progettuale, si è affrontato in primis il tema dell'accessibilità all'intera area, sia per quanto riguarda le infrastrutture, quali strade e parcheggi, sia per quanto riguarda la viabilità interna di collegamento alle varie funzioni presenti (scuola materna, elementare e, appunto, media, mensa, palestra e spazi esterni). Altra priorità è l'inserimento e la riqualificazione ambientale attribuendo alla realizzazione della nuova struttura la funzione di "mediazione" tra il costruito e quella porzione del "colle" ancora integro al quale naturalmente si ricongiunge.

2. SOLUZIONE PROGETTUALE

Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento è il seguente:

- ✓ Legge 05.08.1975 n.412 "Norme sull'edilizia scolastica"
- ✓ D.M. LLP 18.12.1975 "Norme Tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica"
- ✓ D.M. 26.08.1992 "Norme di Prevenzione incendi per l'edilizia scolastica"
- ✓ D.M. 14.06.1989 n.236 "Superamento ed eliminazione delle barriere architettoniche"
- ✓ D.Lgs 29.12.2006 n.311 "Normativa sull'efficienza energetica in edilizia"

Planimetria di progetto

a. Il sistema della viabilità e della sosta consiste in due principali interventi: uno a monte, con l'ampliamento della sede stradale di un tratto di Via Garibaldi e la realizzazione dell'adiacente parcheggio, e uno a valle con la riorganizzazione della viabilità di accesso alla palestra e lo spostamento dell'area di parcheggio alle spalle della stessa.

L'intervento su Via Garibaldi prevede la realizzazione di una rotatoria in prossimità del cancello di ingresso al polo scolastico, l'ampliamento della sede viaria a partire dalla rotatoria fino alla piazzola posta alla sommità del colle e la realizzazione, in adiacenza, di un parcheggio con 28 posti auto nello spazio compreso tra la Via Garibaldi e le mura del confinante parco. I parcheggi saranno in parte del tipo inerbito e in parte pavimentati con materiali tipo il levocell in diversi toni cromatici. Nello spazio compreso tra i parcheggi e le mura verrà realizzato un percorso pedonale che si ricongiunge alla sottostante area giochi

L'intervento a valle prevede una parziale variazione del tracciato della strada di accesso alla palestra e la realizzazione del parcheggio per il pubblico e per gli atleti e/o addetti nell'area posta a ovest della palestra stessa. La nuova ubicazione del parcheggio conferisce allo stesso più funzioni: quella di supporto alla palestra, alla quale può essere agevolmente collegato attraverso la passerella pedonale esistente, e quella di supporto alla scuola e allo stesso centro storico mediante la realizzazione di un sistema di risalita meccanizzato

(abbinato ad una scala) che consenta il superamento dei circa 7,70 ml di dislivello esistente in quel punto. Lo spazio originariamente occupato dai parcheggi e dagli accessi alla palestra sul fronte est verrà quindi inglobato nella scuola operando un'operazione di riqualificazione mediante la realizzazione di aree verdi e di un campo giochi all'esterno.

b. Il sistema dell'accessibilità e dei percorsi. La complessità dell'area, da un punto di vista morfologico, ha richiesto un attento esame del sistema dei percorsi al fine garantire i necessari collegamenti tra le diverse funzioni dislocate all'interno del polo scolastico e, nel contempo, garantire la conservazione di alcuni tracciati, primo fra tutti, quello sotto la scuola elementare che attraversa longitudinalmente l'intero lotto e che va da quota 336,00 a quota 342,00. L'esigenza di "ricucire" l'intera area ha reso comunque necessaria una parziale variazione di tale percorso che, altrimenti, avrebbe operato una netta divisione tra la parte a monte (scuola elementare e materna) e quella a valle. Nel progetto tale percorso, la cui larghezza è pari a 3,00 ml, sarà destinato ad una viabilità pedonale e ciclabile e, solo eccezionalmente ad una viabilità carrabile, (ad es. per lavori di manutenzione). Esso presenta un andamento curvilineo con un tracciato che segue la nuova sistemazione esterna e quindi inizia a quota 336,00 (in corrispondenza del cancello di ingresso al complesso scolastico), raggiunge quota 342,00 (in prossimità della scuola elementare) per poi discendere a quota 340,00 ricongiungendosi con i percorsi preesistenti. L'accesso carrabile al complesso sarà limitato ai soli scuolabus, ai veicoli di servizio e di soccorso che utilizzeranno l'attuale strada che raggiunge il piazzale della scuola elementare. Per il resto l'accessibilità è consentita ai soli pedoni e alle biciclette. I vari dislivelli presenti vengono superati con scale, rampe e ascensori. Su tutta l'area è garantita l'accessibilità a persone con ridotta o limitata capacità motoria.

c. Il sistema del verde. Il Verde, combinato ai percorsi pedonali e ciclabili, rappresenta il vero sistema "connettivo" della nostra proposta progettuale in grado

di realizzare un continuum tra il centro scolastico e la rimanente porzione del "colle" al quale naturalmente si ricongiunge. Il Verde quale elemento di valorizzazione dell'area e di mitigazione in grado di realizzare un elevato confort ambientale ed abitativo, che favorisce il raffreddamento dell'aria in estate, che funge da barriera acustica e assorbente (alcune essenze arboree quali il pioppo o i salici sono in grado di catturare parte dei gas di scarico delle auto), che racchiude non solo finalità ricreative e di svago ma concretamente spunti per esperienze didattiche non solo ginnico - sportive ma anche di approfondimento scientifico. Le aree verdi diventano così un articolato laboratorio didattico in grado di garantire un'ampia gamma di spunti di riflessione su tematiche quali l'inquinamento, la sostenibilità, gli ecosistemi, i cicli stagionali. Nel progetto sono definite diverse tipologie di verde: "il tetto giardino" (che va da quota +341,50 a quota +339,50) a copertura dei laboratori e che rappresenta il primo livello di connessione tra la scuola elementare e materna e la scuola media, con arbusti e alberature; "la piazza verde" a copertura delle aule e posta alla quota della biblioteca (+335,80), con una finitura a prato; "il belvedere" (a quota +341,50), suggestivo percorso verde a copertura della biblioteca; "il giardino verticale", relativo alle sponde dei patii interni alla scuola media che, trasformandosi, attraversano idealmente l'intero lotto (dalla scuola materna, a quota +342,00, passando per la scuola media, fino alla via di accesso alla palestra a quota +327,00); "il parco" che avrà una sistemazione naturalistica che percorre l'intero complesso scolastico e che collega questo al preesistente centro sportivo e alla zona verde del versante nord est del colle (quest'ultima ipotesi allargata è da considerarsi un'opportunità ed è quindi al di fuori della somma di spesa prevista).

Il progetto architettonico

a. **Criteri guida delle scelte progettuali.** Data la particolare ubicazione del sito, cinto dal verde e

dotato di un magnifico affaccio panoramico sulla conca ternana, la premessa di base al progetto è stata quella di pensare alla scuola come ad un organismo aperto "trafitto" dalla luce e "attraversato" dal verde. Tale premessa ha portato ad una soluzione volumetricamente aperta che rinuncia ad una struttura compatta e monolitica e dove lo spazio esterno si insinua nel costruito e quest'ultimo, a sua volta, si protende verso l'esterno. Sebbene gli spazi della scuola siano, per ovvi motivi di sicurezza, delimitati e recintati, sia dalle aule che dal giardino si ha la percezione di una forte integrazione spaziale interno/esterno.

b. **Il dimensionamento** degli spazi didattici è stato effettuato sulla base degli indici parametrici indicati dal DM del 18.12.1975. La superficie complessiva della scuola è pari a circa mq 1.375,00 calpestabili (pari a 7,85 mq/alunno) così ripartiti: le aule per attività didattica normale, che potranno ospitare un numero massimo di 25 alunni, data l'incidenza di 1,80 mq/alunno, hanno dimensione pari a circa 45,00 mq. I laboratori, data l'incidenza di 1,00 mq/alunno oltre a 0,24 mq/alunno per laboratori di musica, hanno superficie pari a circa 55,00 mq ciascuno. Lo spazio dedicato a direzione e sala professori è pari a circa 157,00 mq dimensionato sulla base di un indice pari a 0,90 mq/alunno. La superficie destinata a biblioteca, attività integrative e parascolastiche, atrio, servizi, connettivo e locali tecnici è complessivamente pari a mq 686,00. A questi spazi si aggiungono quelli dei patii e quelli esterni a giardino.

c. **Impianto distributivo.** La scuola media è disposta su due livelli: uno a quota + 332,10, con la direzione e le aule didattiche per attività normali, e uno a quota 335,80, con la biblioteca e le aule didattiche per attività speciali (laboratori). L'accesso alla scuola avviene da un percorso pedonale e ciclabile che risulta essere un naturale prolungamento dell'asse viario proveniente dal centro abitato. Da esso, attraverso un ampio atrio aperto posto a quota 335,80 e da qui, con un sistema di comunicazione verticale (scala e ascensore) che collega la scuola elementare

alla scuola media e quindi alla palestra, si raggiunge, a quota 332,10, il piano dove si trovano le aule. L'ingresso avviene attraverso un atrio, in parte a doppia altezza su cui si affaccia il percorso che conduce alla biblioteca e alla "piazza verde". Da qui si entra nella scuola vera e propria che presenta una pianta a sviluppo longitudinale con un percorso centrale di distribuzione ai vari ambienti intervallati, su entrambi i lati, da patii di diverse dimensioni. La presenza dei patii consente di illuminare e aerare anche i locali posti sul lato contro terra e, nel contempo, conferiscono al percorso grande suggestione. A partire dall'atrio abbiamo un primo blocco di ambienti che ospitano su un lato la direzione e segreteria e i servizi riservati ai professori e, sull'altro, la sala dei professori e una scala che collega questo piano con la biblioteca. Sia la segreteria e direzione, che la sala dei professori affacciano su un patio. Proseguendo si raggiunge la zona delle aule didattiche. Esse sono disposte secondo uno schema a pettine; ad ogni due aule è abbinato un patio su cui si affaccia l'aula più interna. La settima aula è posta sul lato contro terra e affaccia anch'essa su un patio. In questa parte dell'edificio, oltre ai servizi igienici per gli alunni, un locale tecnico e un locale magazzino, abbiamo una scala e un ascensore che collegano la zona delle aule didattiche a quella dei laboratori posti a quota 335,80. I quattro laboratori sono disposti lungo un percorso longitudinale, con affaccio, sia a nord che a sud, sui patii che si frappongono fra un laboratorio e l'altro e le altre funzioni presenti. Tutti i laboratori affacciano a sud, sulla piazza verde di copertura delle aule didattiche. A questa quota, disimpegnata da un passerella ricompresa nel blocco dell'atrio, abbiamo anche la biblioteca. Essa ha una struttura che si protende verso sud con pareti vetrate su tre lati (esse sono protette dall'irraggiamento solare dagli sporti della copertura e da pannelli frangisole). I laboratori e la biblioteca, che abbiamo deciso di porre ad una quota intermedia fra quella delle scuole materna ed elementare e quella delle aule didattiche della scuola media, e che sono

raggiungibili direttamente dai percorsi pedonali esterni, evitando quindi la connessione con le aule a quota + 332,10, potrebbero diventare degli spazi, che se pur delimitati e chiusi durante le ore di didattica classica, si aprono alla città nei periodi in cui l'attività didattica risulta sospesa, per accogliere funzioni di interesse generale.

Dall'atrio, consistente in un volume parzialmente aperto, dipartono una serie di percorsi di connessione orizzontale e verticale che collegano ambienti, posti a quota diversa, che svolgono funzioni comuni, quali la mensa, la biblioteca e la palestra,.

Tutto il complesso è accessibile da persone con limitata o impedita capacità motoria, a partire dagli spazi esterni, con parcheggi riservati ai portatori di handicap, ai percorsi pedonali, ai sistemi di connessione verticale, alle aule e ai servizi igienici.

La scuola inoltre presenta un sistema di vie di esodo e uscite di sicurezza conforme a quanto previsto dalla vigente normativa antincendio.

3. TECNICHE PREVISTE E MATERIALI

a. Principi Bioclimatici

Orientamento: Viste le caratteristiche dell'area, l'orientamento è Nord-Sud con aperture a sud e sud-est.

Doppia pelle: la sua funzione è quella di proteggere le vetrate esterne dall'irraggiamento solare estivo. Essa consiste in una serie di pannelli a lamelle che, scorrendo lungo dei binari, fungono, all'occorrenza, da schermature solari. In inverno i pannelli verranno "impacchettati" in corrispondenza delle pannellature fisse.

Protezione: 1) Il sistema delle murature esterne e dei serramenti, con elevata prestazione termica, consentono in inverno la riduzione delle dispersione termica verso l'esterno, e in estate, aiutata anche da un sistema di ombreggiamento in facciata, che diminuendo l'irraggiamento diretto su di esse, consente una forte limitazione dell'apporto di calore

all'interno. 2) Il tetto verde in copertura, in estate, abbassa sensibilmente la temperatura del piano sottostante e quella dell'area circostante, in inverno garantisce un miglior isolamento. Inoltre, essendo esso praticabile, regala ai ragazzi nuove zone immerse nel verde. 3) Gli sporti in corrispondenza delle vetrate sono stati progettati in modo di ottenere la massima protezione dai raggi solari d'estate e massimo irraggiamento in inverno. 4) Il colore bianco dei muri riflette, di giorno, la radiazione solare e smaltisce egualmente, di notte, come radiazione infrarossa, il calore accumulato durante le ore diurne. 5) I patii esposti a sud, possono essere corredati di verande a serra, o dispositivi simili, che consentono un'efficace cattura della radiazione solare invernale e, una volta aperte e ventilate, possono agire da schermo estivo favorendo la ventilazione. In questo caso, la struttura dell'edificio funziona da accumulatore termico invernale di calore durante il giorno.

Ventilazione naturale: essa è favorita dalla presenza dei patii dove, la vegetazione prevista, riduce la temperatura dell'aria; l'effetto camino nella zona a doppia altezza dell'atrio, consente l'espulsione del calore indesiderato.

Tetto solare: il tetto della palestra, che dovrà essere oggetto di un'operazione di risanamento che preveda la rimozione dei pannelli in eternit, fungerà da tetto solare in quanto utilizzabile come collettore termico (pannelli fotovoltaici e solari).

Il verde: la presenza di ampi e profondi spazi verdi che, oltre a garantire un elevato confort ambientale ed abitativo, favoriscono il raffreddamento dell'aria in estate.

b. Impianti

Impianto di riscaldamento. Lo schema dell'impianto è costituito da una pompa di calore geotermica acqua-acqua, che alimenta un impianto di riscaldamento che potrebbe essere a pannelli radianti annegati nel pavimento. La pompa di calore alimenta anche lo

scambiatore di calore inserito nell'accumulo per l'acqua calda sanitaria (per la cucina della mensa e i servizi igienici della palestra) con l'integrazione dei pannelli solari termici installati sulla copertura della palestra. La pompa di calore, alimentata dal sistema fotovoltaico in copertura, sfrutta anche l'apporto gratuito dello scambio termico con il terreno, che produce risultati migliori rispetto allo scambio termico con l'aria, poiché ha una temperatura pressoché costante. Con ciò non si corre il rischio di "raffreddare" la crosta terrestre, poiché il calore viene originato dal decadimento di isotopi radioattivi naturali. Inoltre tale sistema non prevede emissioni in atmosfera di alcun tipo.

Impianto Elettrico Il sistema fotovoltaico, integrato alla rete elettrica, alimenterà sia la pompa di calore che l'impianto elettrico del complesso scolastico. Il bilanciamento tra l'energia captata gratuitamente tramite i pannelli fotovoltaici ed immessa in rete, e l'energia presa dalla rete nei periodi di improduttività dei pannelli, risulta nell'arco di un anno, prossimo a zero, se non in alcuni casi anche positivo.

Materiali

Struttura: in cemento armato. Qualora si volesse perseguire l'obiettivo di non alterare il campo elettromagnetico interno alla scuola, per tutti gli elementi in ferro, compresi i tondini dell'armatura del c.a., si potrà utilizzare l'acciaio austenitico.

Tamponatura: L'involucro edilizio dell'edificio è stato studiato per contenere al massimo lo scambio termico tra il sistema interno e l'ambiente esterno, sia in condizioni invernali che in condizioni estive. Tale obiettivo è stato raggiunto con l'uso di materiali edili prodotti senza l'apporto di idrocarburi e sostanze di sintesi, per contenere al massimo le emissioni nocive in atmosfera ed il consumo di fonti di energia esauribili, anche nella filiera complessiva del prodotto finale. E' stata perciò prevista una parete in laterizio tradizionale, con isolamento di fibre naturali di legno o

vetro. I ponti termici dovuti alla struttura portante sono stati eliminati predisponendo i pannelli isolanti preintonacati all'interno delle cassature per il getto di calcestruzzo. La stratigrafia delle sezioni dei componenti opachi è stata studiata anche in condizioni non stazionarie in modo da rappresentare più realisticamente le condizioni estive, con l'obiettivo di ottenere un'attenuazione dell'onda termica consistente ed un ritardo ottimale nel trasferimento del calore, (circa mezza giornata), in modo che il carico termico di picco venga trasferito all'interno dell'edificio nelle ore in cui la temperatura è più bassa.

Serramenti: Per i componenti finestrati si sono previsti: doppi vetri di tipo basso-emissivo con intercapedine contenente aria e gas nobile e infissi in alluminio coibentati, per ottenere le migliori prestazioni termiche e di trasparenza alla luce che la tecnologia odierna possa offrire. Inoltre sono stati previsti schermi solari esterni mobili di colore chiaro, per abbattere l'apporto solare esterno in condizioni estive, negli orari di maggior soleggiamento.

Pannelli oscuranti: i pannelli della "doppia pelle" sono in legno marino. Quelli fissi (parete ovest biblioteca) presentano una serie di forature per il passaggio dell'aria e della luce. Quelli mobili (biblioteca e aule) hanno una struttura in alluminio e lamelle in legno. E' opportuna una manutenzione annuale.

Solai: I solai di copertura, in latero cemento, presentano un isolamento costituito da almeno 20,0 cm di terra umida per giardino pensile e 15,0 cm di coibentazione in pannello naturale in fibra di legno oltre alla impermeabilizzazione e barriera al vapore. Qualora si volesse perseguire l'obiettivo di non alterare il campo elettromagnetico all'interno dell'abitazione per tutti gli elementi in ferro, compresi i tondini dell'armatura del c.a., si potrà utilizzare l'acciaio austenitico. Trattandosi di materiali comunemente utilizzati in edilizia essi non richiedono una manutenzione aggiuntiva a quella che normalmente necessita un qualsiasi edificio di civile abitazione.

I pannelli fotovoltaici non richiedono combustibile, né riparazioni complicate; la manutenzione è sostanzialmente riconducibile a quella degli impianti elettrici consistente nella verifica annuale dell'isolamento e della continuità elettrica. Inoltre i moduli sono praticamente inattaccabili dagli agenti atmosferici e si puliscono automaticamente con le piogge, funzionano in automatico e non richiedono alcun intervento per l'esercizio dell'impianto. Vita utile: circa 20-25 anni

4. PREVISIONE SOMMARIA DI SPESA

a. Edificio scolastico

	% SUL TOTALE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
OPERE EDILI			
OPERE PROVVISORIALI	0,7%	11.900,00	
MURATURE E RIVESTIMENTI ESTERNI	4,6%	78.200,00	
DIVISORI INTERNI	3,8%	64.600,00	
IMPERMEABILIZZAZIONI E COIBENTAZIONI	4,0%	68.000,00	
INTONACI	2,4%	40.800,00	
CONTROSOFFITTI	0,5%	8.500,00	
MASSETTI E SOTTOFONDI	1,9%	32.300,00	
PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	4,3%	73.100,00	
OPERE IN PIETRA NATURALE	1,6%	27.200,00	
PORTE INTERNE	2,8%	47.600,00	
SERRAMENTI ESTERNI	4,7%	79.900,00	
OPERE DA FABBRO	1,1%	18.700,00	
OPERE DA LATTONIERE	0,7%	11.900,00	
OPERE DA TINTEGGIATORE	1,9%	32.300,00	
		TOTALE OPERE EDILI	595.000,00
IMPIANTI			
ELETTRICI E SPECIALI	8,0%	136.000,00	
IMPIANTI IDRICI E FOGNARI	9,0%	153.000,00	
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	8,0%	136.000,00	
		TOTALE IMPIANTI	425.000,00
SISTEMAZIONI ESTERNE			
MOVIMENTI TERRA	2,1%	35.700,00	
STESA E PREPARAZIONE DI MANTI ERBOSI	2,4%	40.800,00	
PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	1,5%	25.500,00	
RECINZIONI E CANCELLI	4,0%	68.000,00	
		TOTALE SISTEMAZIONI ESTERNE	170.000,00
OPERE STRUTTURALI			
SCAVI E MOVIMENTI TERRA	0,9%	15.300,00	
OPERE PROVVISORIALI	2,1%	35.700,00	
OPERE IN CEMENTO ARMATO	10,5%	178.500,00	
CARPENTERIA METALLICA	9,0%	153.000,00	
COPERTURE IN MATERIALI COMPOSITI	7,5%	127.500,00	
		TOTALE OPERE STRUTTURALI	510.000,00
TOTALE			1.700.000,00
b. <u>Viabilità e parcheggi</u>			350.000,00
TOTALE GENERALE			EURO 2.050.000,00