# COMUNE DI CARRARA
## PROVINCIA DI MASSA CARRARA

CODICE ELABORATO

P D A R 0 0 0 0

## PROGETTO DEFINITIVO

CAPOGRUPPO


DOTT. ING. GIUSEPPE **CERVAROLO**

ORDINE INGEGNERI COSENZA – Ingegnere – CERVAROLO GIUSEPPE – Laurea Specialistica – Sezione: A n. 4577 – Settori: Civile-Ambientale


MANDANTI


ING. ANNA MARIA **MIRACCO**

ORDINE INGEGNERI COSENZA – Ingegnere – ANNA MARIA MIRACCO – Laurea Specialistica – Sezione: A n. 6506 – Settore Civile Ambientale

ING. CARMELO FRANCESCO **OLIVA**

CARMELO FRANCESCO OLIVA – Dott. – Iscritto all'Albo di Messina – Matr. 1893 – ROCCALUMERA


# SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "M. BUONARROTI"

## REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PREVIA DEMOLIZIONE DEL FABBRICATO ESISTENTE.

CUP: F86F22000160001

## RELAZIONE SPECIALISTICA DELLE OPERE ARCHITETTONICHE

SCALA -

**COMMITTENTE**

**COMUNE DI CARRARA**
SETTORE OPERE PUBBLICHE/PATRIMONIO
U.O. EDILIZIA PUBBLICA

PIAZZA 2 GIUGNO 1
54033 CARRARA (MS)
TEL. 0585 641287 – FAX 0585 777732

**R.U.P.**

GEOM. RICCARDO **GASPAROTTI**

**FINANZIAMENTO**

Finanziato dall'Unione europea

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)
MISSIONE 5 - COMPONENTE 2
INVESTIMENTO /SUB-INVESTIMENTO 2.1
**M5C2 - INFRASTRUTTURE SOCIALI - FAMIGLIE, COMUNITÀ E TERZO SETTORE**

| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | ESEGUITO | CONTROLLATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|---|
| A | FEBBRAIO 2023 | EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO | ING. A.M. MIRACCO | ING. G. CERVAROLO | ING. G. CERVAROLO |
| B | MAGGIO 2023 | REVISIONE N. 01- PROGETTO DEFINITIVO | ING. A.M. MIRACCO | ING. G. CERVAROLO | ING. G. CERVAROLO |
| C | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

# RELAZIONE SPECIALISTICA DELLE OPERE ARCHITETTONICHE

## Sommario

1. PREMESSA ..... 2
2. TIPOLOGIA DI INTERVENTO E CONCEPT ..... 2
3. ANALISI DELLO STATO ATTUALE ..... 3
4. IL PROGETTO ..... 6
INSERIMENTO NEL LOTTO E SUPERFICI ..... 8
VERIFICA DEI PARAMETRI URBANISTICI ..... 8
VERIFICA DEI PARAMETRI DEL D.M. 18/12/1975 ..... 9
DISTRIBUZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI ..... 11
QUALITÀ ARCHITETTONICA- TECNICO FUNZIONALE ..... 14
Caratteristiche costruttive dell'edificio ..... 15
5. ANALISI DELLE OPERE ARCHITETTONICHE ..... 15
5.1 - Elementi dell'involucro opaco ..... 16
Partizioni interne ..... 21
5.2 - Elementi dell'involucro trasparente ..... 22
Facciata continua e serramenti esterni trasparenti ..... 22
5.3 – Analisi elementi finiti dei ponti termici ..... 24
5.4 – Analisi degli elementi interni ..... 25
Infissi interni ..... 25
Pavimenti e rivestimenti interni ..... 25
6. SISTEMAZIONI ESTERNE ..... 26
6.1 – Incremento della vegetazione ..... 26
6.2 – La nuova area pertinenziale pavimentata – piazza ..... 27
6.3 – L'area sportiva ..... 28

# 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica illustrativa correda il progetto definitivo dell'intervento di realizzazione della nuova **"SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO MICHELANGELO BUONARROTI – REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PREVIA DEMOLIZIONE DEL FABBRICATO ESISTENTE" – CUP: F86F22000160001.**

**L'intervento è finanziato nell'ambito del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA – MISSIONE 5 – COMPONENTE 2: Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore – Sub-componente 2.1: Investimenti in progetti di rigenerazione urbana, volti a ridurre situazioni di emarginazione e degrado sociale.**

# 2. TIPOLOGIA DI INTERVENTO E CONCEPT

Il progetto architettonico si basa sull'idea progettuale dell'ONDA: l'edificio infatti simula nelle sue forme un'onda che si infrange sulla battigia, innescando nel pensiero della comunità l'idea di una nuova onda, ossia una ventata di modernità e nuova linfa.

L'onda simboleggia l'irrompere di un nuovo modello scolastico e sociale che speriamo possa diventare landmark centrale degli abitanti di questo magnifico territorio Apuano. Il verde è stato trattato con accuratezza e razionalizzato, sono state compensate le alberature di pino marittimo abbattute in precedenza dal comune di Carrara per problematiche legate all'incolumità di cose e persone piantumandone di nuove il terreno posto a nord - ovest e sud della scuola. Lungo l'ingresso, saranno previste nuove essenze arboree a segnalare l'entrata nell'istituto, e i confini saranno sistemati con siepi sempre verdi che fungeranno da filtro verso gli edifici confinanti. Altro tema importante è il nome della scuola, l'istituto scolastico è conosciuto e chiamato correntemente scuola media Buonarroti, ma troppo spesso i fruitori e le persone che vivono a stretto contatto in questa realtà non sanno che si sta parlando di Michelangelo Buonarroti. Riteniamo che l'artista Michelangelo Buonaroti sia meglio identificato e conosciuto tramite il suo nome, infatti si parla della del David di Michelangelo, non del David di Buonaroti.

Il lotto di intervento si configura come un'area pianeggiante delimitata dalla viabilità esistente a sud da Via Felice Cavallotti e a est da Via Parma Il progetto definitivo è stato sviluppato seguendo gli indirizzi progettuali derivanti dalle esigenze della Committenza, il Comune di Carrara, e dalle proposte migliorative presentate in fase di gara.

Gli accessi, sia carrabile che pedonale al nuovo edificio, avverranno tramite le strade esistenti in quanto l'intervento si configura interamente all'interno del comparto scolastico esistente.

# 3. ANALISI DELLO STATO ATTUALE

La Scuola Media Michelangelo Buonarroti è stata realizzata negli anni '70. Il fabbricato è costituito da due piani fuori terra con un impianto planimetrico a forma di "Y". La struttura portante è costituita in cemento armato, gli impianti elettrici e meccanici sono vetusti.

Attualmente l'immobile non risulta adeguato agli standard qualitativi previsti dalla normativa vigente per l'edilizia scolastica. Ai fini dell'interesse pubblico è stata condotta una valutazione costi benefici e risulta più efficace ed efficiente per gli aspetti funzionali e qualitativi la realizzazione di un intervento consistente nella demolizione e ricostruzione della Scuola Media Michelangelo Buonarroti.

L'edificio scolastico in oggetto è ubicato in posizione centrale rispetto alla città di Marina di Carrara e potrebbe una volta ricostruito accogliere circa 375 alunni e nel caso di demolizione e ricostruzione, il nuovo edificio scolastico avrebbe le caratteristiche per essere considerato **"edificio di interesse strategico".** Ai fini dell'interesse pubblico è stata condotta una valutazione costi benefici ed è emerso che risulta più efficace ed efficiente per gli aspetti gestionali e manutentivi un nuovo intervento consistente nella demolizione e ricostruzione dell'intero complesso scolastico Scuola e Palestra di cui all'allegata soluzione progettuale di demolizione e ricostruzione rinunciando all'intervento di miglioramento sismico.

VISTA A VOLO D'UCCELLO LATO MAR LIGURE - INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO

Nell'ambito delle attività di approfondimento progettuale e a seguito di alcune criticità emerse si è valutata pertanto la localizzazione della nuova scuola su una diversa area sita in Via Bassagrande e di proprietà dell'Amministrazione

Comunale, ad oggi utilizzata come parco urbano (identificata catastalmente al Fg. 95, Mappale 236 frazionandolo per circa metà della sua superficie circa 5300 mq). In questa ipotesi le dotazioni di spazi per la didattica sarebbero inferiori rispetto al lotto dove insiste oggi la Scuola e di conseguenza inferiori i relativi servizi complementari, inoltre la viabilità intorno al Parco Bassagrande risulta essere già oggi altamente insufficiente vista anche la vicinanza con il polo fieristico e il casello autostradale della città. Alla luce di queste analisi si ritiene che la migliore soluzione sia in un'ottica didattica che di riqualificazione urbana, sia quella di procedere alla ricostruzione del polo scolastico nel lotto odierno.

# 4. IL PROGETTO

L'intervento si sviluppa su un'area di 6.406,36 mq, prospiciente via Felice Cavallotti e via Parma, nel centro della frazione di Marina di Carrara, ed è identificata catastalmente al Foglio di mappa 96 Particella 887. L'area è circondata sui lati nord ed ovest e parte del lato est da un agglomerato di fabbricati, mentre sui restanti lati confina con strade Comunali.

Il sito si presenta completamente pianeggiante e sull'area sono già presenti tutte le principali reti tecnologiche: acqua, luce e fognature. L'accesso al lotto è duplice: da via Felice Cavallotti e da via Parma.

La proposta progettuale parte dalla convinzione che l'insediarsi di una nuova struttura scolastica e della sua architettura nel lotto di pertinenza debba ampliare la piattaforma pubblica di servizi al piccolo centro, ma oltre a questo, dovrebbe anche essere l'occasione per costruire un processo identitario di affermazione di un luogo, di un'attività formativa e della crescita di una comunità. Dalla città alla scuola, così come dalla comunità alla famiglia, lo spazio è ristretto e breve. Il progetto architettonico deve essere costruito attorno a quello pedagogico-educativo e con esso e al paesaggio: le caratteristiche e la qualità dello spazio fisico, sia esso alla scala architettonica piuttosto che a quella dello spazio urbano e collettivo, sono infatti determinanti nella definizione e affermazione di un individuo e della sua identità, di singolo e di partecipante di una comunità.

A partire da queste considerazioni l'ipotesi di progetto si basa su alcuni criteri:

- Massimizzare gli accessi, anche ciclo-pedonali alla nuova struttura, proponendo oltre all'ingresso principale che avverrà da via Felice Cavallotti, anche un'altro da via Parma.
- Rendere coerente con l'intorno il volume che si va ad insediare, perseguendo anche alcune ottimizzazioni di carattere funzionale e fruitivo, creando una piazza pubblica fruibile a tutti i cittadini e in tutti i mesi dell'anno;
- L'esposizione dell'edificio e l'eventuale caratterizzazione delle coperture consente di ottimizzare e caratterizzare l'involucro edilizio secondo alcune "sezioni bioclimatiche" trasversali, volte a massimizzare i sistemi naturali di ventilazione e confort interni;
- Dal punto di vista distributivo dei diversi blocchi funzionali contenuti nel corpo di fabbrica, si distinguono in successione: il volume della palestra, fruibile anche durante i periodi non scolastici, e in diretto contatto con lo spazio riservato alla piazza attrezzata con campetto da basket e area relax. Il corpo di fabbrica lineare della scuola con distribuzione a spina interna, e corpo centrale con funzione di atrio e attività comuni. Il volume destinato all'Auditorium, anch'esso come per la palestra accessibile indipendentemente dalla scuola e dotato di servizi indipendenti e con accesso diretto da via Parma.

VISTA A VOLO D'UCCELLO - LATO NORD

VISTA A VOLO D'UCCELLO - LATO SUD

# INSERIMENTO NEL LOTTO E SUPERFICI

Il progetto prevede lo sviluppo di un corpo di fabbrica allungato, che si sviluppa nell'asse Est-Ovest, distribuito su due piani fuori terra. L'accesso carrabile avviene sia da via Parma che da via Felice Cavallotti. I parcheggi necessari per soddisfare i requisiti normativi, saranno ricavati su terreno Comunale limitrofo ai mappali di progetto. L'accesso carrabile al lotto è garantito per carico-scarico merci e per l'ingresso di mezzi di soccorso come autombulanze e vigili del fuoco. Posta frontalmente dinnanzi all'ingresso principale lungo via Felice Cavallotti, è stata creata una vera e propria piazza, dotata di verde pubblico, spazio attrezzato per Basket, Pallavolo e aree relax sempre accessibili e attraversabili dalla cittadinanza.

Questa piattaforma pubblica, costituisce insieme agli spazi circostanti un importante ossatura per sviluppare elementi di relazione al contorno dell'edificio scolastico, anche in ragione della possibilità di aprire la palestra e l'auditorium ad attività anche durante il periodo extrascolastico e serale. La piazza svolge il ruolo di cerniera tra la scuola e l'intorno, evitando elementi di frattura quali recinzioni, interposte tra edificio e spazio pubblico. Grande importanza è stata riservata alla progettazione del verde sia lungo i confini che negli spazi della piazza e quelli ad uso esclusivo della scuola. Tutta la sistemazione dello spazio pubblico antistante il lotto tende a favorire forme di aggregazione e socializzazione sia degli studenti che degli abitanti di Marina di Carrara.

L'area di intervento ricade nel Piano Operativo Comunale nella zona omogenea B. Nel caso in esame dunque la densità fondiaria si attesta a 5mc/mq e l'altezza massima dell'edificio non può superare l'altezza degli edifici preesistenti e insistenti nell'area di intervento.

In riferimento al Piano Operativo del Comune di Carrara si riportano di seguito gli indici urbanistici di riferimento:

# VERIFICA DEI PARAMETRI URBANISTICI

| | |
|---|---|
| **DATI DI PROGETTO** | |
| **SUPERFICIE DEL LOTTO** | 6.406,36 mq |
| **SUPERFICIE COPERTA EDIFICIO ESISTENTE** | 1 653,60 mq |
| **SUPERFICIE COPERTA NUOVA COSTRUZIONE** | 1 358,70 mq |
| **SUPERFICIE LORDA NUOVA COSTRUZIONE** | 3 278,67 mq |
| *Superficie lorda piano terra* | *1 360,00 mq* |
| *Superficie lorda piano primo* | *1 805,00 mq* |
| *Superficie lorda piano secondo* | *113,67 mq* |
| **VOLUME ESISTENTE** | **12 141,88 mc** |
| **VOLUME NUOVA COSTRUZIONE** | **13 454,92 mc** |
| *Cubatura piano terra* | *6 392,00 mc* |
| *Cubatura piano secondo* | *6 949,25 mc* |
| *Cubatura piano terzo* | *113,67 mc* |

## *VERIFICHE URBANISTICHE – Zona omogenea B*

| *LIMITI DA NORMATIVA* | *PROGETTO* | *VERIFICA* |
|---|---|---|
| Volume massimo 5mc/mq 32.031,80 mc | Volume da progetto comprensivo di locale tecnico = 13.502,92 | VERIFICATO |

| | | |
|---|---|---|
| Altezza massima < edifici esistenti e volume demolendo < 20 m | Altezza massima edificio in progetto = 11,40 m | VERIFICATO |
| ***Art. 36 Contenimento impermeabilità – Aree permeabili ≥ 30%= 1.921,91 mq*** | *Aree permeabili (zone pavimentate e aree verdi) a meno della zona sportiva =4.389,93 mq* | *VERIFICATO* |
| ***Art. 36 Contenimento impermeabilità – Aree verdi ≥ 15%= 960,95 mq*** | *Aree verdi =2.046,26 mq* | *VERIFICATO* |
| ***DISTANZA DAI CONFINI – Zona omogenea B DM 1444/68 ≥ 5 m*** | | |
| *Si considera la distanza minima tra quelle dello stesso fronte al confine del lotto* | | |
| ***Via Felice Cavallotti*** | | *39,86 m* |
| ***Via Parma*** | | *10,72 m* |
| ***Prospetto nord*** | | *9,89 m* |
| ***Prospetto ovest (parete cieca)*** | | *5,00 m* |

# VERIFICA DEI PARAMETRI DEL D.M. 18/12/1975

Per molto tempo l'aula è stata il luogo unico dell'istruzione scolastica. Tutti gli spazi della scuola erano subordinati alla centralità dell'aula, rispetto alla quale erano strumentali o accessori: i corridoi, luoghi utilizzati solo per il transito degli studenti, o il laboratorio per poter usufruire di attrezzature speciali. Ogni spazio era pensato per una unica attività e restava inutilizzato per tutto il resto del tempo scuola. Oggi emerge la necessità di vedere la scuola come uno spazio unico integrato in cui i microambienti finalizzati ad attività diversificate hanno la stessa dignità e presentano caratteri di abitabilità e flessibilità in grado di accogliere in ogni momento persone e attività della scuola offrendo caratteristiche di funzionalità, confort e benessere. Il superamento dell'impostazione frontale della didattica sovverte l'ordine delle cose e mette in discussione la gerarchizzazione degli spazi, in primis il tradizionale rapporto aula-corridoio. La scuola va verso una concezione di "learning landscape", dove tutto lo spazio è visibile e strutturato per l'apprendimento: l'opposizione tra spazio didattico tradizionale (la classe) e spazi d'uso e servizio si dissolve, mentre il nuovo apprendimento rivendica a sé tutto lo spazio dell'edificio". I confini dell'aula si smaterializzano, essa si amplia verso gli spazi connettivi e di relazione, mentre microambienti sono deputati ad accogliere le attività più diversificate, individuali e collettive. Si ottengono così luoghi ricchi di stimoli, volti a promuovere l'autonomia, la partecipazione e la responsabilità dei giovani utenti. Sono stati introdotte inoltre aree didattiche all'aperto: la maggior parte delle aule sono dotate di terrazze che raddoppiano la superficie delle stesse permettendo agli studenti di fare indistintamente lezione all'aperto immersi nel verde della pineta oppure direttamente nell'aula. Mediante il vano scala centrale si potrà accedere anche ad una porzione della copertura posta a sud dove è prevista un'area di atelier all'aperto e il giardino pensile attraversabile.

*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*

**TABELLA 3/B – SUPERFICI LORDE**

| Scuola Secondaria di I grado | **Indice minimo (mq /alunno)** | **Superficie lorda minima (mq)** | **Superficie lorda di progetto (mq)** |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 8,50 | 3.187,50 | PIANO TERRA = 1.360,00 |
| | | | PIANO PRIMO = 1.805,00 |
| | | | PIANO COPERTURA (solo parte accessibile agli studenti) = 138,75 |
| | | | **Totale superficie lorda da progetto = 3.303,75** |

**TABELLA 4 - ALTEZZE DI PIANO**

| SPAZI | ALTEZZA MINIMA (cm) | ALTEZZA DI PROGETTO (cm) |
|---|---|---|
| Spazi didattici | 300 | 430 - 360 |
| Spazi didattici specializzati | 300 | 430 – 360 |
| Spazi didattici specializzati con gradinate | 240 | 820 |
| Spazi per laboratori | 300 | 360 |
| Biblioteca | 300 | 430 |
| Spazi amministrativi | 300 | 430 |
| Spazi di distribuzione e servizi | 240 | 430-360 |

**TABELLA 7 - INDICI STANDARD DI SUPERFICIE NETTA: SCUOLA MEDIA**

| DESCRIZIONE ATTIVITÀ | mq/alunni | MINIMO (mq) | PROGETTO (mq) |
|---|---|---|---|
| **1. ATTIVITÀ DIDATTICHE** | | | |
| attività normali | 1,8 | 675 | **703,45** |
| | Aule didattiche | | 648,13 |
| | Servizi piano terra | | 25,7 |
| | Servizi piano primo | | 29,62 |
| attività speciali | 0,8 | 300 | **370,35** |
| | Laboratori Piano Primo | | 115,55 |
| | Laboratorio all'aperto | | 134,8 |
| | Auditorium PT | | 120 |
| | Spazio Agorà - Atrio | | 18,74 |
| attività musicali | 0 | 0 | **NON RICHIESTO** |
| **2. ATTIVITÀ COLLETTIVE** | | | |
| attività integrative | 0,6 | 225 | **225,44** |
| | Spazio Agorà atrio | | 25,74 |
| | Atelier | | 62,3 |
| | Terrazza Didattica | | 137,4 |
| biblioteca alunni | 0,2 | 75 | **96,17** |
| | Biblioteca PT | | 36,74 |
| | Spazio WEB PP | | 36,75 |
| | Spazio WEB PP | | 22,68 |
| mensa | 0,5 | 37,5 | **49,72** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **3. ATTIVITÀ COMPLEMANTARI** | | | |
| atrio | 0,2 | 75 | **91,8** |
| Connettivo | | | **204** |
| uffici - ecc | 0,42 | 157,5 | **161,96** |
| **INDICE DI SUPERFICIE NETTA GLOBALE** | **4,52** | 1695 | **1902,89** |
| **4. SPAZI PER L'EDUCAZIONE FISICA: PALESTRA TIPO A1** | | **330** | **331,55** |
| Servizi palestra | | | 104,04 |

Come possiamo notare dallo schema che si basa su requisiti di una normativa vecchia di quasi quarant'anni si è prediletto massimizzare nel progetto lo spazio riservato alle aule parascolastiche e i corridoi della scuola, cosi come l'atrio e le parti comuni diventano luoghi didattici veri e propri ampliando la superficie dell'aula oltre i suoi vecchi confini.

# DISTRIBUZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI

Lo spazio distributivo si articola su due livelli fuori terra più copertura praticabile.

**A piano terra:**

ZONA SPORTIVA - lato sud

Troviamo al centro del corpo di fabbrica l'ingresso e atrio comune, che dilata lo spazio della piazza unendola visivamente e spazialmente alla piazza aperta "privata" degli studenti. Questo spazio, è un triplo volume che unisce verticalmente i due piani e la copertura. L'atrio ha una copertura vetrata che "innonda" di luce lo spazio centrale di distribuzione dell'edificio. L'idea, è quella di non avere interruzione visiva e di conseguenza la percezione della spazialità del lotto è totale. La massa dell'edificio viene trapassata dallo sguardo rendendola leggera, quasi non percepibile dal punto di vista delle persone che si trovano davanti all'ingresso dell'edificio.

L'atrio o agorà rappresenta il cuore ampio e luminoso intorno a cui si assemblano e distribuiscono gli altri spazi. Simboleggia le relazioni interpersonali, incoraggiando riunioni, interazioni tra gruppi e relazioni sociali. È il luogo d'incontro tra la scuola e la società, un punto di scambio che oltre alla sua funzione di accesso e di filtro, deve comunicare all'esterno la sua identità, i suoi programmi ed il suo rapporto con la realtà sociale. Per questo deve avere spazi di accoglienza, zone di attesa dotati di strumenti di comunicazione come pannelli per informazioni

cartacee, postazioni di computer, schermi, proiezioni per aggiornare genitori ed ospiti sui programmi didattici e sulla quotidiana attività della comunità scolastica. L'ingresso degli allievi deve essere facilmente controllabile dal personale ausiliario, ed in generale, deve dare l'accesso in modo chiaro ed autonomo agli uffici amministrativi ed agli spazi per gli insegnanti, facilitando la gestione della sicurezza. Per rendere questo processo fruibile da tutti, abbiamo progettato accanto alle scale una gradonata che affaccia direttamente sull'atrio, tale elemento risulta

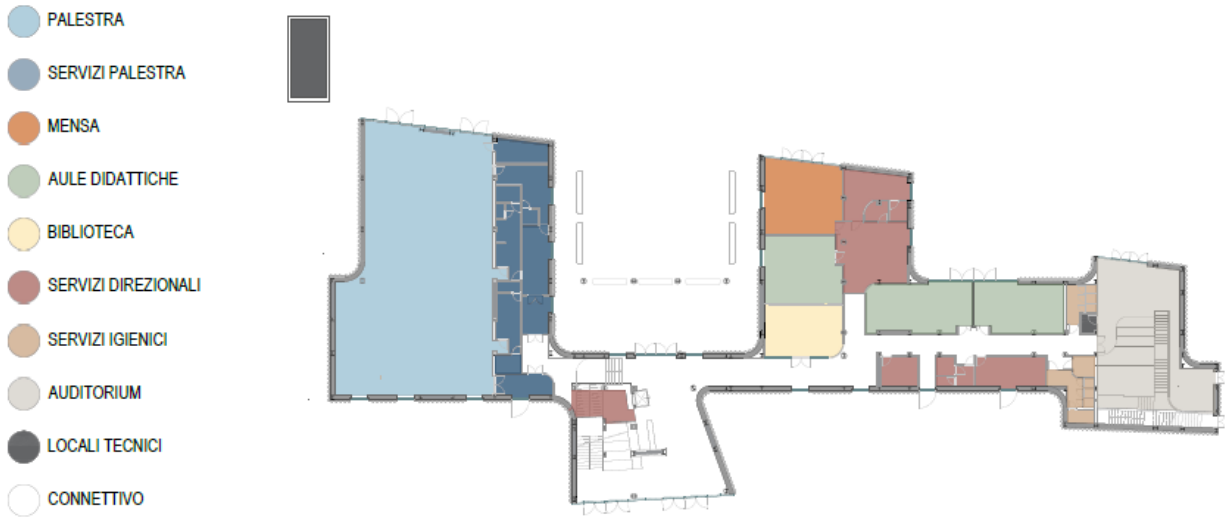



*Figura 1 - Distribuzione funzionale del Piano Terra*

perfetto per tale scopo e rende l'atrio il centro di scambio e interfaccia tra gli utenti della scuola. A piano terreno troviamo ad ovest dell'atrio la palestra. Quest'ultima ha dimensioni regolamentari ed è dotata al suo interno di innovative attrezzature come la parete per l'arrampicata e una serie di attrezzi speciali per preparare al meglio la forma fisica dei ragazzi La palestra, può essere totalmente indipendente dalla scuola e utilizzata anche ad orari non scolastici da altri utenti che non siano per forza studenti. Il volume di questo spazio viene percepito continuamente dagli studenti, poiché da piano primo, vi se ne ha una vista diretta dall'alto e si possono osservare i giochi dei compagni, cosi come partite e altro genere di eventi, senza entrare direttamente nel campo e occupare spazio inutilmente. Ad Ovest dell'atrio, si entra in un percorso che in successione distribuisce: la biblioteca, la mensa, gli uffici, i servizi igienici, i laboratori per le attività parascolastiche e speciali, e l'auditorium.

Quest'ultimo posto all'estremità est del fabbricato cosi come già visto per la palestra, può essere utilizzato in modo indipendente rispetto agli orari scolastici, ed è dotato di doppio accesso sia da piano primo che da piano terra. L'auditorium è in contatto visivo come per la palestra dall'alto, infatti da piano primo sono presenti aperture vetrate che si aprono direttamente su questo spazio.

**A piano primo:**

Troviamo lo spazio riservato alla didattica, si è scelto di distribuire su un unico livello tutte le classi e di non suddividerle su due piani. Questo per non creare differenze tra gli studenti e per incentivare la socializzazione tra i ragazzi. Infatti, spesso si vengono a creare delle barriere e non è caso isolato che i ragazzi che svolgono attività scolastica ad un piano non si conoscano con quelli del piano superiore. L'aula dovrà rappresentare una "home base",

una casa madre da cui si parte e a cui si torna, caratterizzata da una grande accessibilità e variabilità d'uso. Dovranno essere pensati spazi per i lavori di gruppo, con arredi flessibili e pareti mobili in modo tale da consentire configurazioni diverse coerentemente con lo svilupparsi e l'alternarsi delle diverse fasi dell'attività didattica.

Un ambiente di questa natura deve essere in grado di essere sufficientemente flessibile da consentire, ad esempio, lo svolgimento di attività in gruppi di piccola o media composizione (ad es. in gruppi specialistici che lavorano, in parallelo, su argomenti affini), discussione e brainstorming (ad es. studenti e docente che si confrontano sulla soluzione di problemi, condividono le conoscenze pregresse, discutono su ipotesi di lavoro), esposizione/introduzione/sintesi a cura del docente, presentazione in plenaria di un elaborato a cura degli studenti, esercitazioni che coinvolgono tutta la classe ecc. Si prevedono l'utilizzo di pareti scorrevoli in grado di coinvolgere spazi interclasse o di allargarsi negli spazi comuni rendendo i confini sfumati e flessibili. A piano primo si accede tramite l'atrio attraverso le scale, l'ascensore e la gradonata. Sbarcati troviamo anche qui un atrio con affaccio sull'atrio principale di piano terreno, la luce è molto importante in questi spazi comuni, e grazie alla copertura vetrata ne abbiamo in abbondanza. Le aule si dislocano a forma di ferro di cavallo lungo tutta la metà nord del fabbricato con vista diretta sulla pineta e sul verde privato della scuola. Nell'atrio di piano primo troviamo inoltre una portineria e due aule "aperte" - ATELIER -, rispettivamente una in cui lo studente sviluppa un personale percorso di apprendimento in sintonia con i propri tempi e ritmi, con le proprie attitudini e propensioni. Una "casa nella scuola" a lui riservata, uno spazio in cui egli può studiare, lavorare, organizzare le proprie attività, riordinare le idee utilizzando uno smart phone o un tablet oppure utilizzare in maniera individuale la dotazione tecnologica messa a disposizione dalla scuola. L'altra sarà invece uno "spazio per la pausa", l'ambiente dedicato ad attività non strutturate, senza orari, che possono avere luogo in punti diversi. Può essere vissuta in una moltitudine di modalità: ci si può distendere a leggere un libro, si può giocare al computer o guardare video su un tablet, ascoltare musica, rilassarsi esplorando gli spazi esterni. Questo spazio deve offrire sedute confortevoli e arredi soffici (divani, poltrone, cuscini, tappeti, pouf, ecc.) poiché molte delle attività che questa tipologia di ambiente deve accogliere sono statiche. Sono luoghi senza muri ma con una precisa qualità acustica e luminosa, con sedute piani di lavoro, privacy visiva, qualità spaziali di uso in una sorta di open space ottenute con soluzioni di allestimento e di materiali, pannelli fonoassorbenti, luci, schermi, vetri, arredi, macro-arredi e divisori. Nella parte est del piano troviamo l'accesso all'auditorium: esso avrà funzione di "civic center", sarà utilizzato della comunità ed avrà un accesso indipendente per non interferire sulla vita della scuola, per quanto riguarda i tempi di uso della sala, della sua pulizia e gli accessi. L'auditorium avrà un guardaroba e servizi igienici dedicati.

**A piano copertura:**

Troviamo sia per la parte impiantistica che andrà finemente inserita per non essere in alcun modo visibile e gli atelier all'aperto posti lungo una porzione a sud in diretto affaccio verso la piazza centrale.

La copertura sarà in buona parte piantumata a verde e con pannelli fotovoltaici integrati nel design dell'edificio.

*Figura 2 - Distribuzione funzionale del piano primo*

Per il dimensionamento di tutti gli ambienti del nuovo edificio, le caratteristiche distributive dei locali e degli spazi sono state prese in considerazione le richieste della Committenza, il Comune di Carrara, espresse nello studio di fattibilità tecnico economica posto a base gara, affiancate ai parametri del D.M. 18 Dicembre 1975 ("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") ritenuti indicativi in particolare per la definizione delle superfici minime al di sotto delle quali non è ragionevole scendere, e le Linee Guida varate dal MIUR 11/04/2013. Dal punto di vista dimensionale l'edificio risulta essere conforme a quanto previsto dalla normativa urbanistica e edilizia del comune di Carrara, come risulta dalla relazione generale.

Allo stesso modo, consultando gli elaborati specialistici dedicati (PD.RT.02.00 – PD.RT.02.01) è possibile verificare la rispondenza ai requisiti igienico -sanitari e di accessibilità. Il complesso scolastico garantisce inoltre la rispondenza alla normativa in materia di sicurezza antincendio e normativa impiantistica civile vigente come da relazioni specialistiche allegate al presente progetto.

# QUALITÀ ARCHITETTONICA- TECNICO FUNZIONALE

Le soluzioni architettoniche proposte sono tese alla realizzazione di un progetto di qualità sia per quanto riguarda l'uniformità di segno sia a livello materico. Il progetto è teso a realizzare un edificio che, mediante l'uso di materiali, soluzioni e tecnologie edilizie appropriate, contribuisca alla tutela della salute, con il minimo impiego delle materie non rinnovabili e l'uso di materiali ecocompatibili.

La composizione architettonica è stata considerata a livello integrato, per cui tutti i vari elementi, sia a livello estetico che impiantistico, sono stati scelti in modo tale da ottenere la migliore valenza estetica, il miglior impatto e ordine visivo dei nuovi ambienti. Oltre al rispetto delle normative di settore, in riferimento alla UNI 8289/81, il progetto ha posto particolare attenzione alla gestione della qualità ambientale e alle condizioni di abitabilità degli spazi interni che saranno caratterizzati da livelli adeguati di benessere termo-igrometrico e qualità dell'aria, benessere visivo, benessere acustico e condizioni di sicurezza. È stata inoltre posta particolare attenzione al comfort acustico e visivo degli ambienti, attraverso l'uso di sistemi fonoassorbenti per quegli ambienti dove è prevista una forte affluenza di

persone o in cui è particolarmente importante l'aspetto acustico. L'attenuazione acustica, oltre che a livello del controsoffitto, sarà fornita dalle pareti interne scelte con elevate caratteristiche fonoassorbenti tali da assicurare livelli sonori compatibili con lo svolgimento delle attività.

## Caratteristiche costruttive dell'edificio

L'azione sismica è stata valutata in conformità con quanto previsto dalle NTC 2018 per il sito in esame. Per la valutazione degli spettri di risposta di progetto relativi ai vari stati limite considerati (SLU/SLE), si è fatto riferimento ai seguenti parametri: Vita nominale dell'opera VN =50 anni, Classe d'uso III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi). **Le fondazioni dell'intero complesso sono di tipo superficiale in C.A. e in particolare è prevista una fondazione a platea avente uno spessore di 50 cm e cordoli di ancoraggio per la struttura in elevazione in acciaio aventi dimensioni 60x40 cm. L'intero edificio è suddiviso in tre corpi strutturalmente indipendenti uniti da giunti sismici aventi una larghezza pari a 7 e 10 cm. Tutte le opere strutturali e le murature controterra sono impermeabilizzate e protette.**

**Per le strutture in elevazione è stata prediletta la soluzione tecnologica "a secco" e dunque l'ossatura dell'edificio scolastico si compone di elementi in acciaio S355 con classe di esposizione EXC3, solai in lamiera grecata e calcestruzzo collaborante e partizioni interne ed esterne realizzate completamente " a secco".** Le caratteristiche tipiche delle strutture realizzate a secco sono:

- leggerezza della struttura (cinque/sei volte meno di strutture analoghe in calcestruzzo armato)
- ingombro ridotto
- possibilità di prefabbricazione
- rapidità di installazione
- possibilità di raggiungere grandi luci e grandi sbalzi senza grandi dispendi economici
- durevolezza
- possibilità di aumentarne la resistenza a corrosione o al fuoco attraverso la semplice applicazione di trattamenti superficiali
- valenza estetica del materiale.

**Inoltre tale scelta tecnologica permette la realizzazione del cantiere in esame per lo più "a secco".**

# 5. ANALISI DELLE OPERE ARCHITETTONICHE

La filosofia progettuale legata alla necessità di ridurre i costi energetici ed i problemi legati all'inquinamento ambientale ha portato ad elaborare un nuovo modo di interpretare e costruire gli spazi, ha condotto verso un'architettura in favore dell'uomo e dell'ambiente, capace di ottimizzare e quindi ridurre i consumi energetici, oltre che abbattere drasticamente l'emissione di sostanze nocive spingendo i professionisti a ripensare il modo di sfruttare le energie che mette a disposizione l'ambiente circostante.

L'ottimizzazione energetica si pone infatti come obiettivo quello di rendere consapevoli i tecnici nell'utilizzo dei fattori connessi al contesto ambientale come per esempio le condizioni climatiche, la morfologia del territorio circostante, la vegetazione autoctona, le risorse locali, condensandole all'interno di un progetto architettonico-impiantistico di elevato profilo tecnico.

Per questo motivo la progettazione ha seguito le indicazioni dei CAM ovvero i Criteri Ambientali Minimi (D.M.

22.06.2022) del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare. Proprio dalla stretta correlazione tra edificio (architettura e strutture) ed impianto (impianti meccanici ed elettrici) si imposta questo nuovo modo di interpretare la progettazione integrata; questi due aspetti non possono più essere trattati indipendentemente, ma devono seguire un iter progettuale comune ed in continuo dialogo reciproco, affinché si possa trovare una soluzione unica e condivisa che risponda in maniera esaustiva e soddisfacente a tutte le problematiche connesse a ciascuna tematica.

Nel proseguo della presente relazione si intende descrivere brevemente le scelte di massima assunte dal gruppo di progettazione al fine di ottimizzare al massimo tutte le risorse locali disponibili cercando di rispondere a tutti quei requisiti indispensabili per un edificio realmente a basso consumo.

Si precisa che per tutte le stratigrafie relative a murature e solai del nuovo edificio si rimanda agli elaborati progettuali allegati (PD.AR.16.01 – PD.AR.16.02 – PD.AR.16.03) alla presente in cui sono riportati gli abachi delle tipologie costruttive ed i relativi dettagli con le specifiche di tutte le caratteristiche.

Nel seguito si riporteranno quindi solo brevi cenni sulle soluzioni adottate così da poter inquadrare complessivamente le scelte effettuate, per cui le descrizioni e gli estratti sono da ritenersi esemplificativi e non esaustivi delle tecnologie presenti.

## 5.1 - Elementi dell'involucro opaco

Il progetto definitivo della nuova scuola di Empoli ha analizzato ed approfondito gli elementi di involucro che maggiormente incidono nelle dispersioni termiche invernali dell'intero edificio. Inoltre, sono stati valutati gli aspetti relativi ai carichi termici estivi cercando di utilizzare stratigrafie idonee per abbattere il surriscaldamento interno grazie all'abbattimento dell'onda termica in ingresso nei periodi più caldi. I materiali proposti, infine, sono stati scelti dopo un'attenta valutazione delle loro specifiche applicazioni (copertura, parete, solaio, contro terra, etc) e condizioni di utilizzo (esterno, interno, ambienti costantemente umidi, ambienti costantemente esposti alla radiazione solare, etc).

Per il sistema di tamponatura è stato scelto un sistema "a secco". Le **pareti esterne** rivestono un'importanza primaria in un edificio. Oltre al valore estetico, ad esse è infatti affidato anche il compito fondamentale di **contribuire all'isolamento termico e acustico** nonché, a prestazioni antincendio adeguate. Un edificio con pareti esterne ben isolate è capace di mantenere più a lungo le temperature interne, sia in inverno che in estate, di proteggere dal rumore esterno raggiungendo così **valori di comfort abitativo ottimali**. Inoltre, permettono

di ridurre il consumo energetico dell'edificio e di conseguenza le emissioni di CO2 nell'ambiente. Il metodo costruttivo assembla dunque strati funzionali attentamente valutati dal punto di vista fisicotecnico e garantiti da un processo di produzione controllato in fabbrica, il quale riduce la realizzazione di prodotti sul cantiere e facilita l'assemblaggio degli stessi componenti in opera. La progettazione dettagliata e integrata, la scelta di materiali di

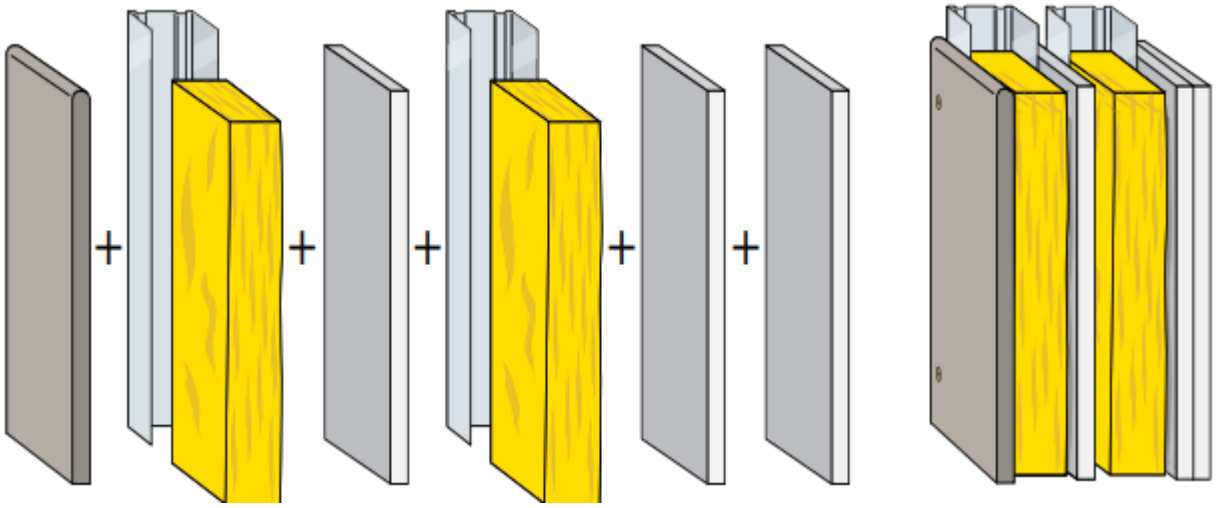


*Figura 3 - Assonometria della composizione della parete esterna a secco*

qualità e un estremo rigore nelle fasi di montaggio portano a una ingegnerizzazione del cantiere tale da conoscere in anticipo costi e tempi di realizzazione dell'immobile e individuare i suoi consumi energetici a divenire.

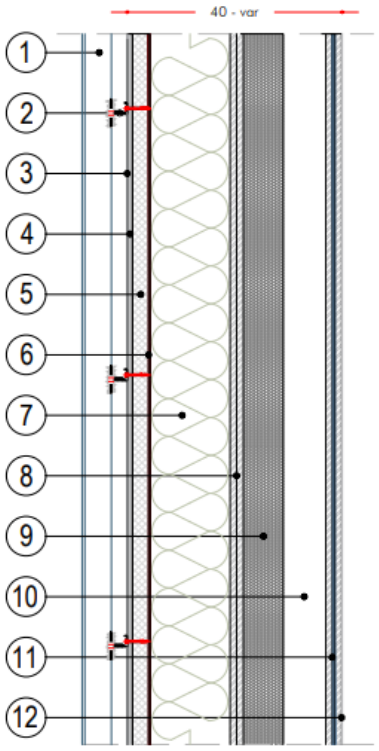
Il sistema di tamponatura scelto avrà un'ossatura portante costituita da un doppio telaio statico in carpenteria metallica, assemblato e imbullonato in opera, a sorreggere gli impalcati orizzontali in lamiera grecata. Il guscio esterno è realizzato con pannelli fibro-cementizi su orditura metallica a C in lega di zinco magnesio coibentazione in luce all'orditura, cappotto isolante esterno e intonaco. Lo strato interno prevede montanti in acciaio zincato, con isolante interposto, a supporto di una doppia lastra di gesso rivestito con barriera al vapore. finitura. Tra le due orditure sono collocate ulteriori stratigrafie di materiale isolante. Il sistema comprende inoltre complementi specifici come, ad esempio, il vano delle aperture create con elementi prefabbricati.

I paramenti murari saranno tinteggiati con una apposita vernice con gradiente blu che schiarisce verso la sommità dei paramenti. Esternamente verranno installate mediante una sottostruttura puntiforme in acciaio inox, delle "onduline" in policarbonato compatto.

L'effetto estetico finale simulerà l'effetto cromatico di un'onda e renderà da una certa distanza, la visione dell'edificio quasi evanescente e sempre differente a seconda del punto di osservazione. I solai saranno in lamiera grecata e tinteggiati di bianco cosi come le tubazioni degli impianti di areazione.

**I vantaggi**

- ✓ **Prestazione termica:** una parete assemblata a secco può avere un valore di trasmittanza termica più performante rispetto a un elemento opaco massivo in virtù della possibilità di inserire numerosi strati di materiale isolante.
- ✓ **Resilienza statica e antisismica:** i sistemi a secco hanno elevata resilienza in presenza di eventi sismici, grazie soprattutto alla loro leggerezza e alla elasticità strutturale con pesi inferiori di 1/3, se non 6 volte meno, rispetto a una tradizionale muratura massiccia.
- ✓ **Fonoassorbimento e fonoisolamento acustico:** proprio in considerazione della possibilità di giustapporre materiali coibenti di diversa densità (legge massa-molla-massa), gli indici di isolamento di facciata opaca sono più elevati (> 60 dB).

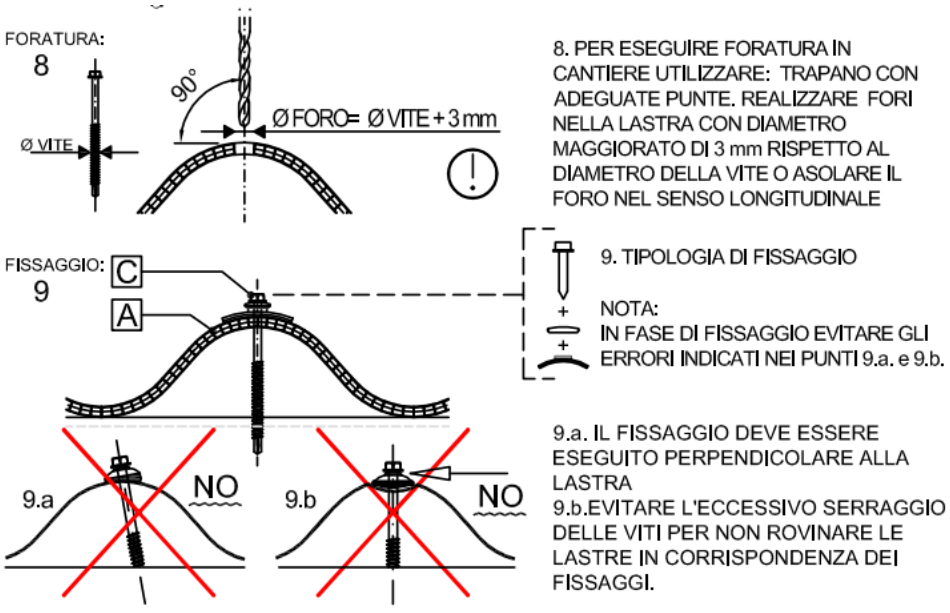



LEGENDA

1. Rivestimento architettonico in policarbonato ondulato traslucido - 51 mm con fissaggio puntuale.
2. Sistema di fissaggio meccanico e puntuale del rivestimento
3. Finitura con tinteggiatura idrorepellente
4. Rasatura armata e primer - sp. 10 mm
5. Doppia lastra prefabbricata in fibrocemento tipo aquapanel outdoor - sp. 30 mm
6. Membrana resistente all'acqua e al vento permeabile al vapore acqueo - sp. 1 mm
7. Strato di isolamento termico e acustico in EPS con intelaiatura metallica con profilati a C delle dimensioni 50x150x50 mm - sp. strato isolante 150 mm
8. Doppia lastra prefabbricata in gesso cartonato di separazione -sp. 25 mm
9. Strato di isolamento termico e acustico in lana di vetro con intelaiatura metallica profilati a C 50x75x50 mm - sp. strato isolante 75 mm
10. Strato d'aria - sp. 80/160 mm (variabile a seconda dei nodi strutturali)
11. Doppia lastra prefabbricata in gesso cartonato e barriera al vapore in lamina di alluminio 5 mm fra le due - sp. totale 30 mm
12. Finitura interna con idropittura a tempera murale fine.

- ✓ **Protezione passiva dal fuoco:** la resistenza al fuoco varia da R-EI 60 a R-EI 180, a seconda della tipologia di stratificazione adottata, con spessori di pacchetto estremamente contenuti.
- ✓ **Leggerezza:** permettono di abbattere i costi per le opere di fondazione, di scavo e di getto, riducendo anche le emissioni di gas serra conseguenti al trasporto delle strutture portanti e dei materiali. La costruzione pressoché immediata della copertura consente, inoltre, di lavorare in un cantiere riparato senza interruzioni, realizzando velocemente grandi superfici. Questo permette di abbattere i tempi di costruzione, pur non trascurando standard qualitativi, prestazionali e ambientali. Non dimentichiamo infine che la leggerezza degli elementi agevola notevolmente la logistica operativa di cantiere.

- ✓ **Rapidità di montaggio:** in considerazione della pianificazione che contraddistingue la realizzazione delle strutture S/R – dalla progettazione alla consegna del manufatto finito – le fasi di montaggio sono contraddistinte da un elevato livello di programmazione con conseguente riduzione dei tempi di assemblaggio e di pulizia del cantiere, degli infortuni e degli scarti di materiali.
- ✓ **Riutilizzo dei materiali:** un edificio stratificato a secco può essere smontato a distanza di tempo recuperando la stragrande maggioranza dei materiali adottati, reimmettendoli nei cicli di produzione e di realizzazione di un altro edificio.
- ✓ **Libertà architettonica:** tutti i vantaggi sopra elencati e la "trasversalità" della tecnica costruttiva a secco permettono di ottimizzare e mixare al meglio tutti gli elementi per soddisfare qualsiasi architettura.
- ✓ **Economicità della gestione:** il risparmio è dovuto principalmente all'affidabilità degli isolamenti termici, in quanto la stratificazione del pacchetto evita volumi "parassiti" non isolabili e controlla i flussi termici di conduzione, convezione e irraggiamento (in quest'ultimo caso con l'utilizzo di coibenti termoriflettenti). La possibilità di avere asole tecniche, integrate nella struttura e rivestite con pannelli ispezionabili, consente di eseguire manutenzioni ordinarie e straordinarie con costi e tempistiche contenute.




Degno di nota è il rivestimento architettonico realizzato in policarbonato alveolare ondulato traslucido in grado non solo di rispondere all'idea architettonica approvata dal Comune di Carrara nel PFTE redatto dall'Arch. Mottini, ma garantisce dal punto di vista tecnico e tecnologico una protezione ai raggi U.V. e un incremento considerevole delle caratteristiche cromatiche dell'edificio sopra esplicate. Trattandosi oltretutto di un materiale "povero" e molto leggero il suo costo non risulta essere elevato.

Nel caso delle partizioni orizzontali e dei sottofondi, il confort acustico è violato non tanto dal rumore aereo, bensì da quello di calpestio generato dagli impatti sui solai di passi, oggetti che cadono o sono trascinati, e tanto altro ancora. La tipologia di impatto più frequente, anche se non è l'unica, è quella generata dal calpestio

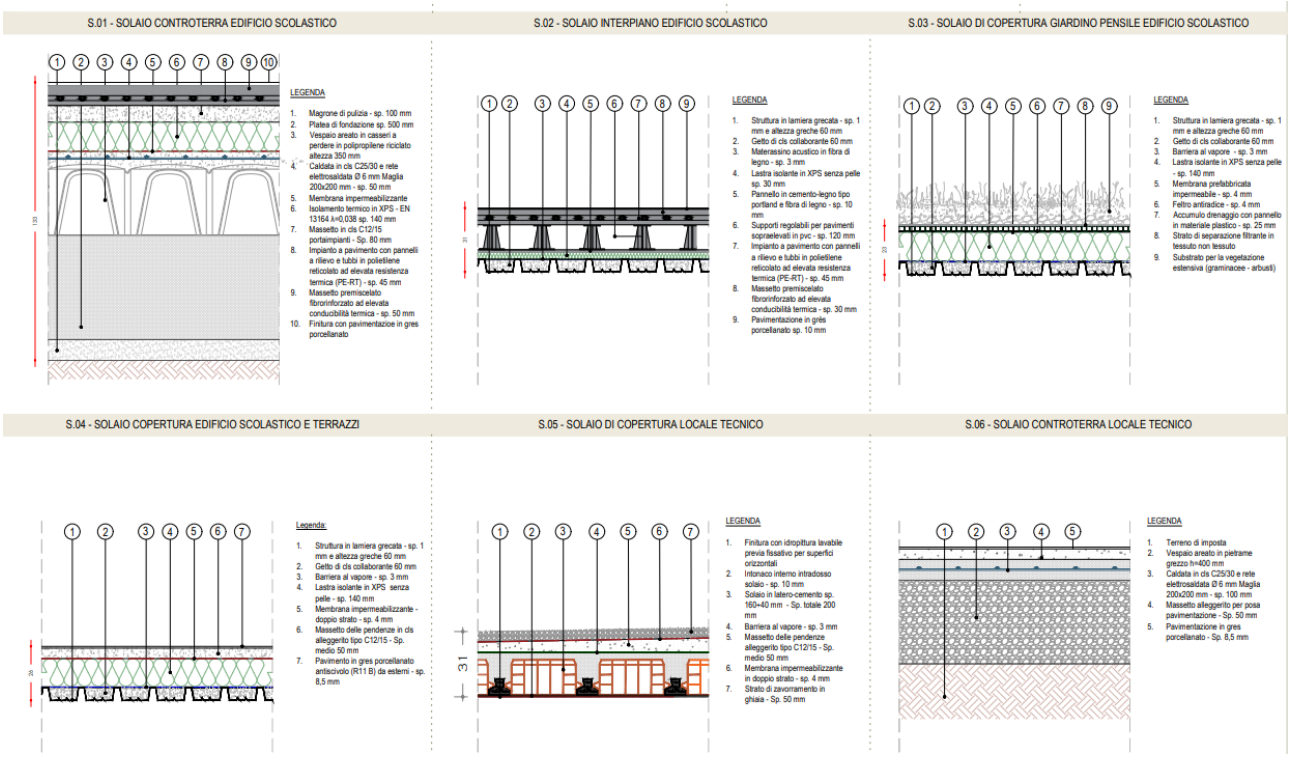
che oltre ad essere un rumore particolarmente subdolo, è molto difficile da confinare rispetto a quello che sfrutta solo l'aria come mezzo di trasmissione. Gli impatti mettono infatti in gioco quote più elevate di energia e, sollecitando direttamente la struttura, la fanno vibrare ingigantendo il disturbo. Anche in questo caso ha una certa valenza la massa della struttura, ma ancora di più entra in gioco il concetto di dissipazione elastica dell'energia.

Una parte della copertura sarà conformato a tetto giardino per ridurre l'impatto visivo del volume della scuola dall'alto come anche per migliorarne le prestazioni microclimatiche. Ormai ampiamente sperimentato e con successo in Canada a negli Stati Uniti oltre che nel Nord dell'Europa, il tetto giardino presenta innegabili vantaggi da diversi punti di vista. Un tetto senza rivestimento verde presenta differenze di temperatura tra estate e inverno che raggiungono i 110°; esse possono essere ridotte a sbalzi di solo 30° C grazie all'uso di un tetto verde. La presenza di un tetto giardino inoltre aumenta l'isolamento acustico e diminuisce l'inquinamento indoor abbattendo la presenza di pulviscolo inquinante. Un tetto verde consente un risparmio energetico sul condizionamento estivo del 25%, senza poi considerare che la resistenza termica della copertura a verde è più elevata e se ne potrà beneficiare anche sul riscaldamento invernale. Questa soluzione è caratterizzata da spessori ridotti, pesi contenuti e ridotta manutenzione. La vegetazione è composta da una miscela di varietà di "sedum" ed ha la capacità di adattarsi alle condizioni climatiche del luogo, di resistere ai periodi di siccità, di propagarsi e rigenerarsi in maniere autonoma senza la necessità dell'intervento umano e non necessita di impianto di irrigazione.

All'interno non saranno montati controsoffitti al fine di mantenere l'aspetto "industriale" della costruzione cosi come indicato dal PFTE  e al fine di definire una soluzione edilizia completamente contrapposta alla classica ed esistente.

Di seguito vengono riportate le tipologie di solaio del progetto:

1. Solaio controterra_S.01
2. Solaio interpiano a secco_S.02
3. Solaio di copertura tetto verde_S.03
4. Solaio di copertura pavimentato_S.04




Sono riportati nei dettagli delle stratigrafie adottate nel progetto anche quelli relativi al locale tecnico posto in netta separazione dall'edificio scolastico e caratterizzato da partizioni tradizionali, in quanto non devono rispondere a determinati requisiti termo-idrometrici per il benessere delle utenze ma soltanto ad una necessaria areazione garantita dalla presenza di aperture a vasitas e/o battente aventi dimensioni 0,80x0,80 m per ognuno dei reparti del locale.

Si vedano pertanto le stratigrafie riportate nell'elaborato PD.AR.16.00: M.02 – M.04 - S.05 – S.06.

## Partizioni interne

Per le pareti divisorie interne si è optato per l'applicazione della tecnologia stratificata a secco, tramite l'utilizzo di lastre standard di cartongesso e lastre speciali per le aree da compartimentare all'interno dell'edificio. Tale scelta è supportata dalla necessità di assicurare prestazioni acustiche di elevato livello, il cui rispetto con sistemi tradizionali avrebbe determinato la realizzazione di tramezzature di notevole spessore. L'utilizzo di tale tecnologia inoltre permette di coniugare l'elevata rapidità esecutiva con facile integrazione impiantistica, senza necessità di esecuzione di tracce riducendo costi e tempi di esecuzione, nonché un elevato comfort interno. Le

pareti interne, che fungono solo da divisori non portanti vengono realizzate con struttura da 50 mm e 4 lastre di fibrogesso rivestito da 12.5 mm con interposta la lana di roccia a funzione di abbattimento acustico.

Tale tipologia di partizione è utilizzata per tutti i divisori interni; si pone particolare attenzione agli ingressi delle aule arretrati in quanto garantiscono maggior sicurezza in caso di evacuazione dell'edificio. I materiali utilizzati sono elastici, porosi, permeabili all'aria e costituiti da cellule aperte, in grado di assorbire l'energia sonora e di dissiparla al loro interno sotto forma di calore. Il problema dell'isolamento acustico di due locali contigui non si risolve solo con pareti divisorie di ottima qualità; altrettanto importante è limitare il passaggio del rumore per fiancheggiamento attraverso le strutture. Questo fenomeno di trasmissione indiretta può essere eliminato desolidarizzando gli elementi per mezzo di un giunto elastico. Per una visione di dettaglio delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (PD.AR.16.00 – PD.AR.16.01).

## 5.2 - Elementi dell'involucro trasparente

Tutti i serramenti esterni saranno in alluminio a taglio termico. Per quanto riguarda la superficie trasparente, il prodotto proposto è un vetro doppio a bassa emissività chiaro, caratteristico per il suo elevato isolamento termico abbinato alle ottime prestazioni acustiche

### Facciata continua e serramenti esterni trasparenti

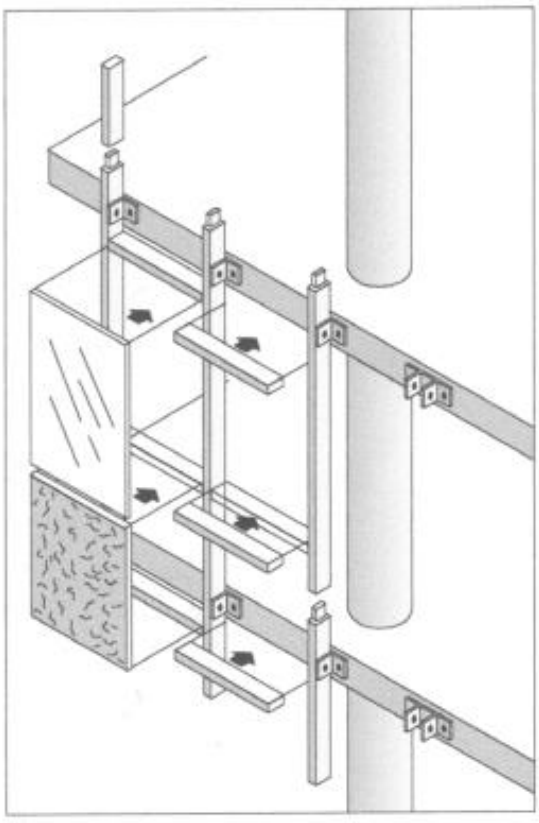
In diversi punti dell'edificio sono state previste facciate continue, in particolar modo nel volume centrale tra la scuola e la palestra. Per quanto attiene le caratteristiche dell'involucro trasparente la proposta progettuale propone infissi con profili tipo in lega di alluminio a taglio termico accoppiati ad una particolare vetrocamera che consente di ottenere ottime prestazioni sia da un punto di vista energetico che acustico L'infisso si compone dalle seguenti caratteristiche tecniche:

- telaio in alluminio a taglio termico
- guarnizione in EPDM per un'affidabile protezione da correnti d'aria e umidità
- doppio vetro stratificato, con doppia camera riempita con gas argon che consente prestazioni elevate sia in termini di efficientamento energetico che in termici acustici di fatti il vetro registra valori di isolamento acustico fino a 47 Db.

I vetri e i profili sono sigillati mediante guarnizioni in EPDM, che grazie alla loro particolare geometria, conferiscono all'infisso un'eccellente tenuta ermetica dei giunti con conseguente miglioramento delle caratteristiche acustiche e termiche. Infatti l'infisso così strutturato oltre ad essere estremamente performante da un punto di vista termico consente di raggiungere valori di isolamento acustico pari a fino a 47 dB. La vetrocamera è una vetrocamera che mette insieme varie soluzioni appositamente studiate per migliorare il confort interno assicurando, nello stesso tempo, elevate prestazioni sotto il profilo dell'isolamento acustico, di quello termico e della sicurezza.

Una buona parte della struttura e in particolare il piano terra – lato sud e st e gli angolari dei piani primo e secondo – saranno trattati mediante l'installazione di CURTAIN WALL ossia FACCIATE CONTINUE STRUTTURALI. Le prestazioni che le facciate continue a marchio CE dovranno possedere principalmente i seguenti requisiti:

- Resistenza al carico di vento
- Permeabilità all'aria
- Tenuta all'acqua
- Stabilità meccanica (resistenza al peso proprio)
- Isolamento termico
- Permeabilità al vapore acqueo
- Durabilità
- Resistenza ai carichi orizzontali accidentali



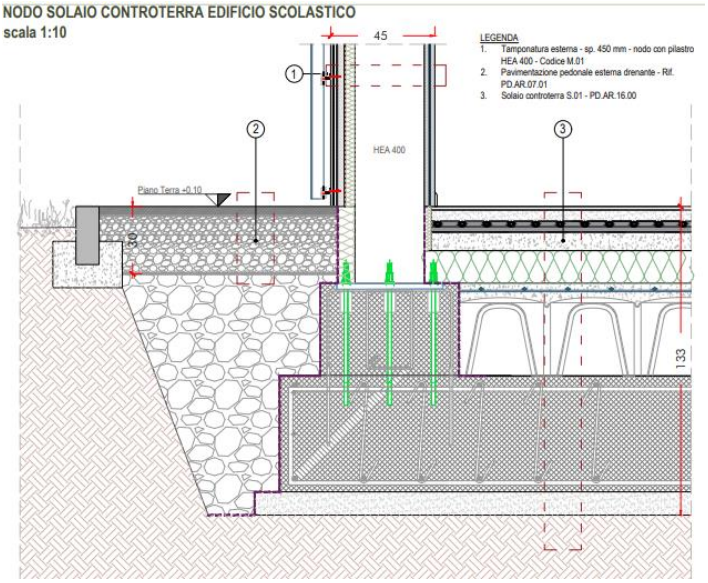
Il reticolo strutturale, composto da montanti e traversi in alluminio, da assemblare in opera, dovrà essere applicato dall'esterno e dovrà essere idoneo a ricevere pannellature vetrate. La facciata dovrà garantire la tenuta all'aria ed all'acqua ed avvalersi del principio di "equalizzazione delle pressioni", dovrà prevedere il drenaggio verso l'esterno di eventuali piccole infiltrazioni, attraverso gli appositi canali previsti nei profili; le stesse canalizzazioni dovranno inoltre avere anche funzione di aerazione per il perimetro della vetrocamera. Speciali profili aggiuntivi ad angolazione variabile, dovranno consentire anche la costruzione di strutture autoportanti poligonali. L'interruzione del ponte termico dovrà essere ottenuta mediante un listello a bassa conducibilità interposto tra la parte interna portante ed il profilo esterno di fissaggio degli elementi di tamponamento (pressore). Tutti i materiali impiegati dovranno essere conformi alle indicazioni riportate nella norma UNI 3952:1998. I profili dovranno essere estrusi in lega primaria di alluminio EN AW-6060 secondo norma UNI EN 573-2 allo stato bonificato T5 di composizione adatta per ossidazione anodica e verniciatura. Lo spessore dei profili dovrà essere variato in funzione delle esigenze statiche, mentre le tolleranze dovranno essere conformi alla norma UNI EN 12020-2. La serie dovrà prevedere l'utilizzo esclusivo di accessori e guarnizioni originali. Gli accessori dovranno essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione atmosferica e dovranno avere caratteristiche tali da conferire alla facciata la resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso e sollecitazioni a cui è

destinata. Gli accessori di movimento delle parti apribili ad anta dovranno essere montati a contrasto (quindi senza lavorazione meccaniche) per consentire l'eventuale rapida regolazione al personale incaricato della manutenzione. L'apparecchiatura da impiegare per aperture ad anta-ribalta dovrà garantire una portata di 130 Kg, avere il dispositivo di sicurezza contro il sollevamento dell'anta e il fermo antivento nell'apertura a ribalta, per impedire la chiusura in depressione. Dovranno essere fornite staffe di ancoraggio della facciata alla struttura dell'edificio. Tali staffe dovranno avere regolazione tridimensionale, ed essere realizzate in acciaio zincato e successivamente verniciato con resine epossidiche. I giunti di dilatazione fra i montanti dovranno essere dotati di pattini antifrizione e consentire alla griglia di facciata l'assorbimento dei movimenti della struttura principale e quelli dovuti alla dilatazione termica degli elementi costituenti la griglia stessa. Il fissaggio dei pressori dovrà avvenire con viti in acciaio inox dotate di rondelle antifrizione. Tutte le viti di collegamento e fissaggio dei componenti in alluminio della facciata dovranno essere in acciaio inox. Si dovranno impiegare guarnizioni in elastomero etilene-propilene (EPDM) che con accurate giunzioni agli angoli dovranno garantire l'assoluta continuità perimetrale. Per classificazione, collaudo e limiti di accettazione delle guarnizioni si dovrà fare riferimento alla serie di norme UNI EN 12635-x. Per le facciate verticali, all'incrocio dei pressori verticali e orizzontali dovrà essere prevista l'applicazione di un tappo esterno in EPDM, che assicuri la continuità di tenuta fra i tamponamenti e le guarnizioni esterne. Per i serramenti "tradizionali" essi saranno realizzati in alluminio a taglio termico aventi le seguenti caratteristiche:

- Uf = 1.10 W/mqK
- Ug = 0.90 W/mqK
- Fg = 0.50
- Triplo vetro stratificato basso-emissivo
- Isolamento acustico fino a 47 Db.

## 5.3 – Analisi elementi finiti dei ponti termici

Un aspetto su cui si posta particolare attenzione è la risoluzione dei pon ti termici determinati da discontinuità geometriche o di materiale presenti in molti nodi dell'involucro edilizio. Il ponte termico rappresenta un punto debole dell'edificio in cui il calore trova una via preferenziale per disperdersi verso l'esterno. Diretta conseguenza di questi difetti è l'abbassamento delle temperature superficiali interne in prossimità di tali nodi con conseguente rischio di formazione di muffa o addirittura di condensa. La strategia utilizzata per contrastare questa problematica è



stata quella di scelta di un isolante con ottima durabilità in corrispondenza dei nodi critici:

- in corrispondenza dell'attacco a terra del fabbricato, punto critico a causa delle molteplici cause di degrado cui è esposto il nodo, è stato previsto l'utilizzo di una prima fascia in XPS, polistirene espanso estruso, lungo tutto il perimetro del fabbricato. L'XPS è un materiale isolante a celle chiuse, impermeabile all'acqua, quindi molto resistente ad aggressioni esterne come infiltrazioni d'acqua dal terreno o di pioggia battente. In questo modo sarà garantita una maggiore durabilità del sistema e saranno minimizzate le operazioni di manutenzione dei materiali impiegati. L'areazione al di sotto del solaio di terra permette di evitare il contatto diretto tra terreno e strutture orizzontali di piano, permettendo di realizzare, oltre che un vano tecnico ispezionabile, una camera d'aria ventilata in grado di eliminare l'umidità presente nell'aria in essa contenuta.

## 5.4 – Analisi degli elementi interni

### Infissi interni

All'interno dell'edificio scolastico saranno installate porte in PVC e controtelai in acciaio. Saranno inoltre presenti delle porte tagliafuoco in acciaio zincato verniciato in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio. Per una visione di dettaglio degli infissi interni si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (PD.AR.15.01 – 02 - 03).

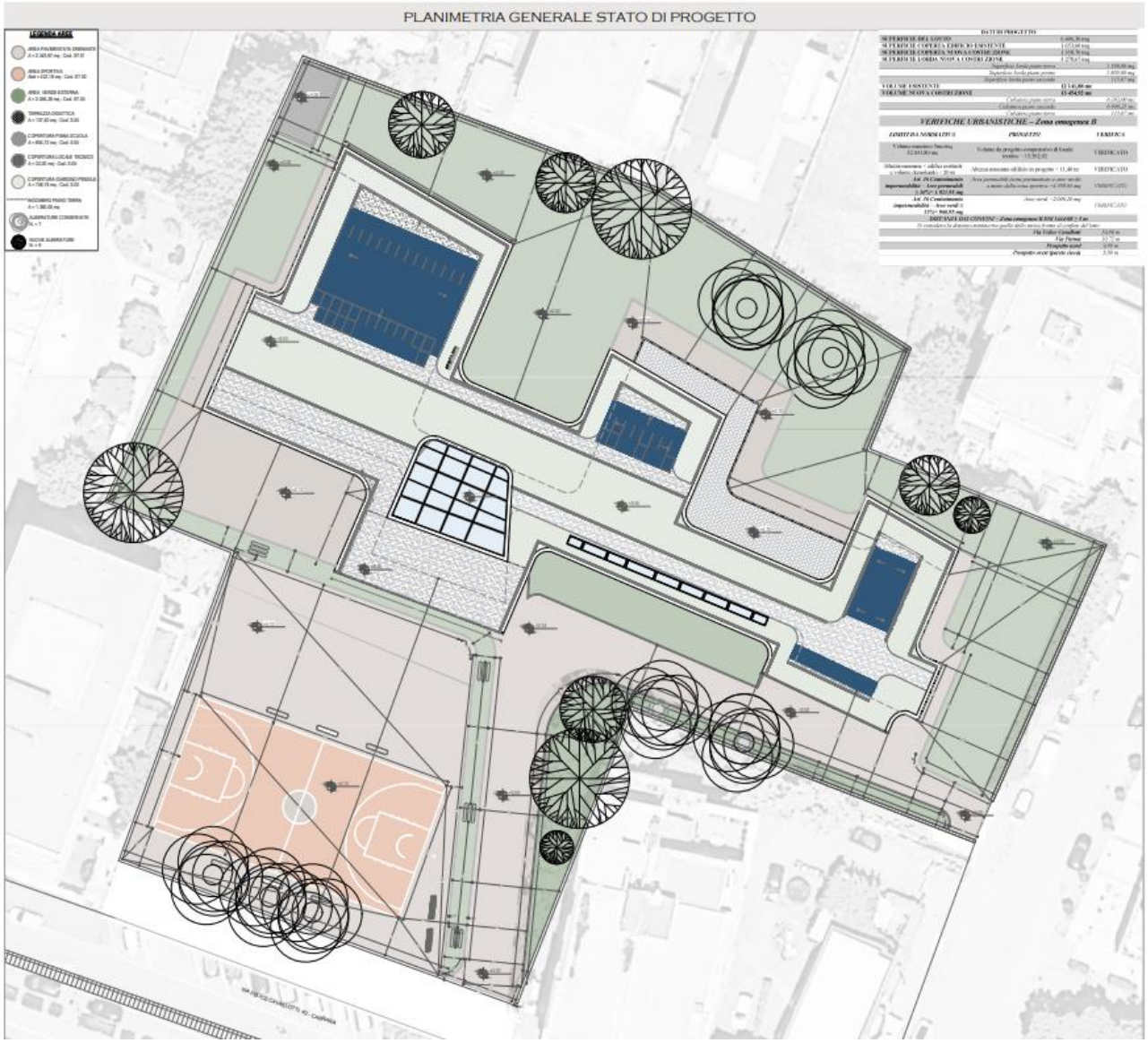
### Pavimenti e rivestimenti interni

Il progetto prevede in tutti gli ambienti la posa di pavimenti in gres porcellanato di buona qualità colorato in pasta, con caratteristiche specifiche di resistenza e di aderenza in rapporto alla tipologia di utilizzo dei locali. Tale scelta è stata dettata dalla specifica richiesta dell'amministrazione di utilizzare un materiale di comprovata durevolezza e pressoché nulli costi di manutenzione. Come specificato per la tinteggiatura le colorazioni e formati dovranno essere concordati in fase di esecuzione lavori con la DL.

Per quanto riguarda la palestra invece, sarà posato un pavimento in pvc tecnico dello spessore di 2,0 – 2,5 mm. Al fine di non avere salti di quota anche minimi fra la pavimentazione in gres e la pavimentazione della zona sportiva, sarà cura incrementare di mm necessari il massetto radiante previsto sotto-pavimentazione.

# 6. SISTEMAZIONI ESTERNE

Il progetto definitivo prevede una totale riorganizzazione delle sistemazioni esterne sia incrementando la vegetazione presente secondo una differenziazione della tipologia delle essenze arboree da piantumare, sia creando degli spazi all'aperto che diventino occasione di conoscenza per gli alunni aventi caratteristiche eco-compatibili e innovative in termini di "lotta al consumo di suolo", in quanto la pavimentazione ad oggi impermeabile dell'istituto sarà completamente sostituita da pavimentazione drenante e di apprezzabile pregio paesaggistico.




## 6.1 – Incremento della vegetazione

Per la realizzazione dell'opera saranno abbattuti all'interno del comparto tre alberature di grandi dimensioni. Al fine di non diminuire ma anzi incrementare la dotazione verde dell'area saranno pertanto piantumate nuove alberature (9) tenendo conto anche delle prescrizioni pervenute dalla Commissione Paesaggistica del Comune di

Carrara e del nuovo Decreto CAM 22/06/2022 in vigore da Gennaio 2023. Le alberature rispondono alle seguenti caratteristiche:

- l'utilizzo di specie ed essenze autoctone, rispettando ambiente e tipicità del paesaggio con polline dal basso potere allergenico;
- la scelta di specie con età ed altezze in funzione della capacità di ombreggiamento degli edifici e delle aree attrezzate esterne previste da progetto, per il miglioramento bioclimatico del complesso scolastico;

La scelta delle essenze e la loro disposizione nel progetto delle sistemazioni esterne sono state definite seguendo tre criteri fondamentali: il primo tiene in considerazione la salute e la sicurezza degli alunni, il secondo i vantaggi ed i benefici sul microclima apportati dalla vegetazione, il terzo la facile manutenzione.

## 6.2 – La nuova area pertinenziale pavimentata – piazza

Il lotto verrà attraversato da una serie di aree pavimentate che andranno a distribuire i flussi esterni all'edificio e alla nuova piazza e zona sportiva garantendo il collegamento tra la viabilità principale e le nuove opere all'interno del lotto.

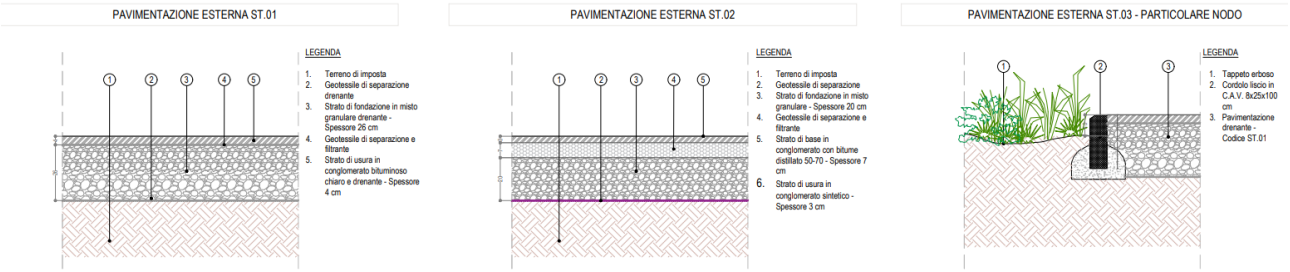
*Colorazione base.*

*Colorazione con pigmenti.*

Tutte le aree pavimentate saranno realizzate in conglomerato bituminoso drenante – a meno dell'are a sportiva. L'usura drenante è un particolare tipo di usura che, grazie alla qualità particolarmente elevata nella scelta degli aggregati e del bitume e alle caratteristiche granulometriche, consente di conseguire prestazioni superiori in termini di sicurezza. Le usure drenanti sono conglomerati aperti che, per l'accurata scelta dei componenti minerali, del legante e per le specifiche formulazioni, forniscono rugosità superficiale elevata, stabilità, resistenza alle deformazioni, eliminazione dei ristagni superficiali d'acqua, abbattimento del rumore di rotolamento. La colorazione chiara auspicata del materiale scelto in questa fase progettuale, unitamente all'elevata porosità della miscela, costituisce una minore fonte di assorbimento termico rispetto ai conglomerati bituminosi tradizionali, garantendo così il mantenimento di temperature contenute delle superfici esposte al sole. Queste caratteristiche consentono un più rapido dissipamento della temperatura ed una mitigazione dell'effetto isola di calore. Oltre a queste specifiche tecniche la scelta del materiale di finitura delle pavimentazioni esterne è stata determinata anche dalla Manutenzione MINIMA richiesta nel tempo. Il conglomerato è infatti in grado di mantenere invariate le proprie caratteristiche fisico-meccaniche ed estetiche nel tempo e non richiede pertanto particolari operazioni di manutenzione. Per applicazioni in zone soggette a grandi quantità di detriti o polveri è possibile ripristinare la capacità drenante tramite pulizia con acqua in pressione o mediante il passaggio di macchina motospazzatrice.

# 6.3 – L'area sportiva

Allo stato attuale sono presenti delimitazioni contrassegnate con linee di vernice sull'asfalto presente di due aree sportive. Nel progetto è prevista invece la realizzazione di un solo campo polivalente da esterno delle dimensioni 15,00x28,00 m.

La stratigrafia della pavimentazione risulta in questo caso non drenante per il mantenimento dei requisiti necessari nel tempo e dunque conta di due strati finali in conglomerato bituminoso, di cui quello di usura da 3 cm colorato.

Si riportano di seguito le stratigrafie delle pavimentazioni esterne previste (Rif. PD.AR.07.01):