

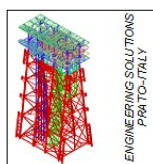


COMUNE DI SAN BENEDETTO VAL DI SAMBRO
Provincia di Bologna

UFFICIO LAVORI PUBBLICI

ADEGUAMENTO SISMICO DELL'ISTITUTO
COMPRENSIVO DI SAN BENEDETTO VAL DI
SAMBRO IN VIA MARCONI N.48/B
Scuola elementare/media e palestra

PROGETTO STRUTTURALE



STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI INGEGNERIA
Ing. Claudio Consorti - Ing. Alessio Consigli

Via F. Ferrucci n°232 - 59100 Prato
tel. e fax 0574/514173
e-Mail studio-ac@libero.it

R.U.P. Geom. Moreno Santarini

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

PROGETTO ESECUTIVO

FASE

E

CARTELLA

00

ELABORATO

RT

PROG.

02

REVISIONE

1

FILE NAME: E_00_RT_02_1.pdf		NOTE:		PROT. 0520		SCALA: ---	
5							
4							
3							
2							
1							
0	PER CONSEGNA			LUGLIO 2020	AC	CC	
REV.	DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Il presente progetto è proprietà del Committente. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza esplicita autorizzazione.

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEGLI EDIFICI.....	5
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	13
3.1	Scuola	13
3.2	Descrizione degli interventi architettonici e impiantistici	18
3.3	Palestra	19
3.4	Descrizione degli interventi architettonici e impiantistici	22
3.5	Valutazione delle lavorazioni	22

1 PREMESSA

Il progetto riguarda l'adeguamento sismico ai sensi del D.M. 17.01.2018 del plesso scolastico "Giacomo Musolesi" del comune di San Benedetto Val di Sambro (BO) situato in Viale Guglielmo Marconi 48C.



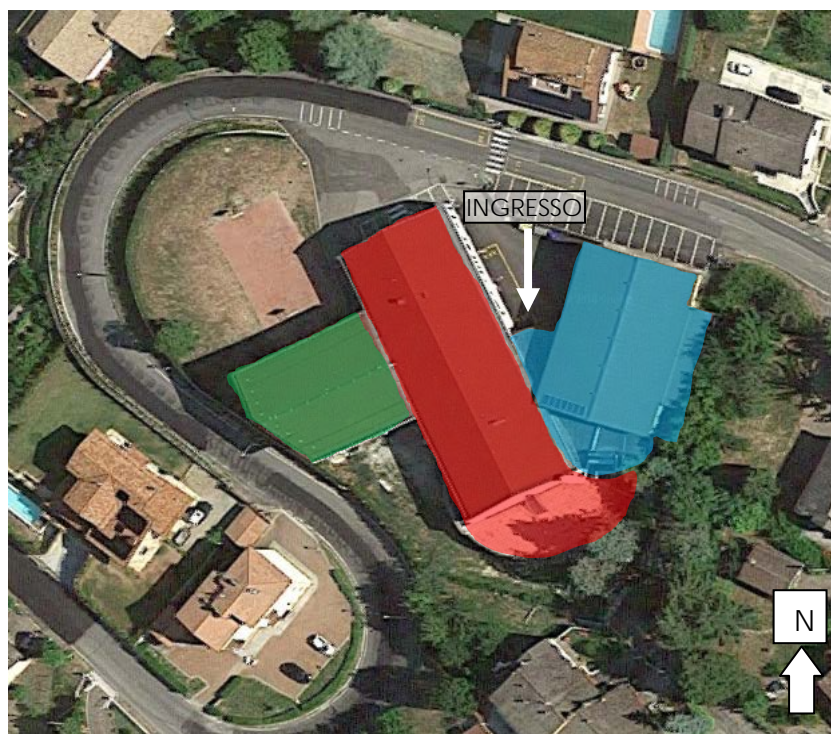
Ripresa aerea del sito in oggetto

Il plesso scolastico si compone di tre corpi di fabbrica:

1. Edificio scolastico originario
2. Palestra
3. Ampliamento

Il presente progetto esecutivo riguarda l'adeguamento sismico dei primi due corpi di fabbrica, mentre l'ampliamento, di recente realizzazione, non è oggetto di intervento.

L'individuazione dei corpi di fabbrica è riportata nel seguente schema:



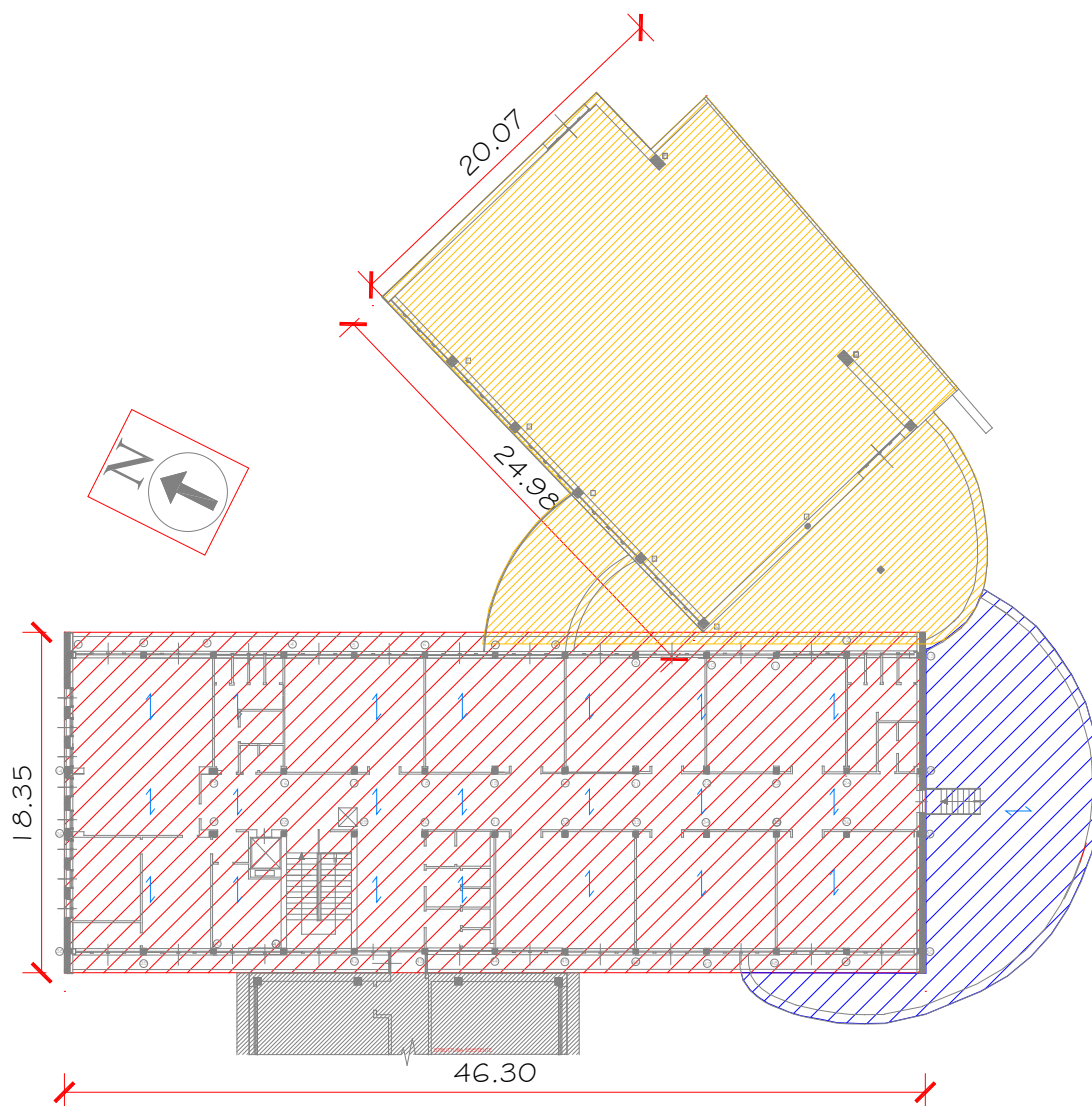
Corpi di fabbrica

In rosso è rappresentato il corpo 1, l'edificio scolastico originario realizzato negli anni '60; in azzurro il corpo 2, ovvero la palestra con annessi spogliatoi e pensilina di ingresso, realizzata negli anni '90; in verde, il corpo 3, ovvero l'ampliamento della scuola non oggetto di intervento.

I tre corpi di fabbrica risultano tutti connessi dal punto di vista funzionale e distributivo. Dal punto di vista strutturale, la scuola e la palestra sono strutturalmente collegate mentre il nuovo ampliamento risulta giuntato simicamente rispetto alla scuola.

2 DESCRIZIONE DEGLI EDIFICI

Si riporta di seguito uno schema planimetrico del plesso scolastico:



Planimetria del plesso scolastico - in rosso la struttura in c.a. della scuola, in blu la porzione in muratura, in giallo la palestra, in grigio, una porzione dell'ampliamento non oggetto di intervento

La scuola si sviluppa su due livelli (piano terreno e piano primo) oltre sottotetto e copertura. L'edificio si compone di una porzione realizzata in calcestruzzo armato e di una porzione in muratura portante. La porzione in calcestruzzo armato (tratteggiata in rosso nello schema soprastante) è a pianta rettangolare di dimensioni 46.3x18.35 m con quattro telai orditi parallelamente al lato lungo della pianta di cui due sul perimetro e due di spina. Le pilastrate del piano terreno hanno sezione quadrata 30x30 cm, rettangolare 30x45 cm e circolare Ø30 cm mentre al piano primo i pilastri sono prevalentemente quadrati con sezione 30x30 cm ad eccezione di due pilastrate rettangolari 30x45 cm. Sulle due testate della pianta al piano primo sono presenti due setti in calcestruzzo armato di

forma triangolare che si estendono fino in copertura. Le travate di bordo hanno sezione ad "L" di altezza 90 cm e risultano estradossate rispetto all'orizzontamento di piano, mentre le travate di spina sono a spessore di larghezza 80 cm. Gli orizzontamenti del piano terreno, primo e sottotetto sono in latero-cemento gettati in opera di altezza 25 cm (solai tipo "bausta") orditi parallelamente al lato corto della pianta mentre la copertura è realizzata con travetti tipo "Varese" orditi anch'essi parallelamente al lato corto della pianta e posti ad interasse di 1 m con interposti tavelloni in laterizio. Le fondazioni sono di tipo superficiale a travi rovesce.

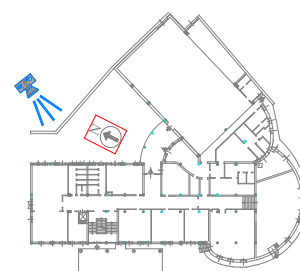
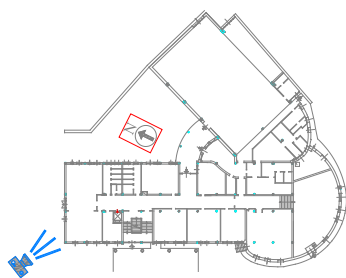
Si riportano alcune riprese fotografiche della scuola:



Fronte nord della scuola



Fronte ovest della scuola

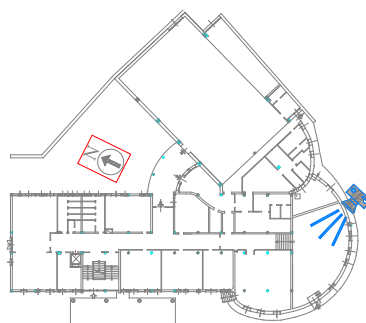
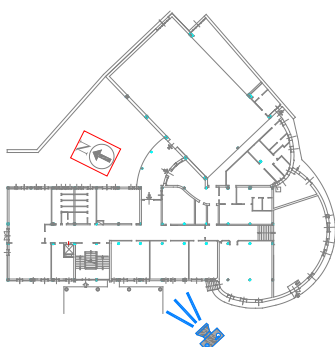




Fronte ovest della scuola



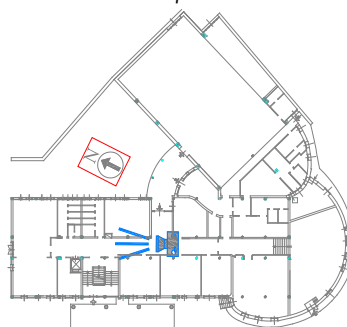
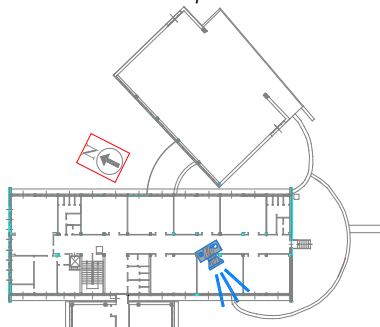
Fronte sud della scuola



Aula tipo P1



Corridoio piano terra



La porzione in muratura è costituita da un unico grande locale posto a quota -1.60 m rispetto al calpestio del piano terreno della scuola alla quale risulta strutturalmente connesso. Il locale è destinato a piccola palestra per attività ludico-ricreative in uso sia alla scuola che al Comune. La struttura portante verticale è realizzata con una parete in pietrame a spacco di spessore 55 cm con geometria curvilinea a raggio variabile di altezza 4.40 m. Il locale forma un corpo di fabbrica monopiano con copertura realizzata con un solaio in latero-cemento di luce variabile da un minimo di 5.2 m ad un massimo di circa 9.3 m.

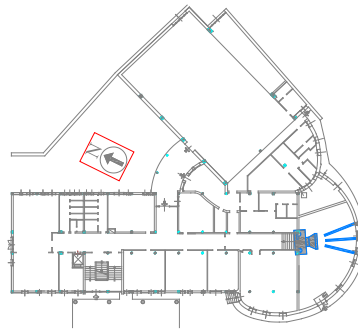
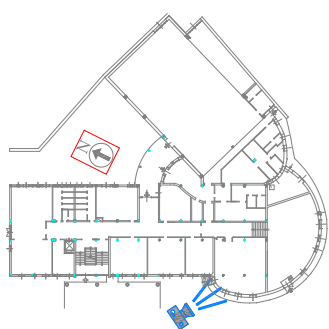
Si riportano alcune riprese fotografiche della porzione in muratura:



Fonte ovest



Interno aula



La palestra è formata da un unico ambiente a pianta rettangolare di dimensioni 24.98x20.07 m con struttura portante verticale di tipo misto. Lungo il perimetro sono presenti due ordini di cordoli in calcestruzzo armato a sezione rettangolare posti uno a quota 4.10 m ed uno alla quota di imposta della copertura a 7.20 m dal piano di calpestio.

Il fronte ovest è costituito da un telaio in calcestruzzo armato con pilastri a sezione quadrata 45x45 cm fino al primo ordine di cordoli e di forma rettangolare 45x30 cm fino in copertura. Il fronte sud è formato da un telaio a due campate in calcestruzzo armato costituito da due pilastri laterali a sezione quadrata 45x45 cm e da un pilastro centrale a sezione circolare di diametro 30 cm. Il traverso, posto alla quota del primo ordine di cordoli, è formato da una trave in calcestruzzo armato di sezione 30x70 cm (trave "porta-parete") ed è posta a sostegno della muratura perimetrale realizzata in blocchi forati di laterizio di spessore 30 cm la quale prosegue fino in copertura.

Il fronte nord è realizzato interamente in muratura portante in blocchi di laterizio forato di spessore 30 cm ed è interrotta dai cordoli in calcestruzzo.

Il fronte est è realizzato, fino al primo ordine di cordoli, con un setto in calcestruzzo armato posto a sostegno del terrapieno esistente sul lato del confine con la proprietà adiacente. Tra il setto e l'interno della palestra è presente una intercapedine d'aria ed una contro-parete in laterizio forato di spessore 11 cm. Il fronte est è poi realizzato in muratura portante in blocchi di laterizio forato di spessore 30 cm fino in copertura.

La copertura ha geometria a doppia falda a debole pendenza ed è costruita in legno lamellare con quattro travi a sezione rettangolare rastremata ordinate parallelamente al lato corto della pianta. Longitudinalmente è presente un'orditura secondaria di travetti sui quali sono appoggiati i pannelli di copertura. Nel piano delle falde sono inoltre presenti due controventi in acciaio costituiti da tiranti a sezione circolare disposti a croce.

Il blocco della palestra è completato dal corpo spogliatoi posto in adiacenza alla struttura della scuola. Il corpo spogliatoi si sviluppa sul solo piano terreno ed ha una struttura portante verticale in muratura di pietrame a spacco analoga a quella della palestra interna della scuola, con copertura costituita da un solaio in latero-cemento. Il solaio è rompi-trattato da un telaio a due campate in calcestruzzo armato formato da un unico pilastro a sezione quadrata 30x30 cm posizionato al centro del locale spogliatoi su cui è ordita una trave a sezione rettangolare. La trave, sul lato ovest è incastrata sulla trave di bordo del piano primo della scuola mentre sul lato est è appoggiata sulla muratura in pietrame del corpo spogliatoi. La campata dal lato della scuola è realizzata

con una trave a spessore 90x25 cm mentre la campata dal lato degli spogliatoi è a sezione rettangolare ricalata 30x50 cm.

Il blocco della palestra è completato con la pensilina di ingresso della scuola di forma semicircolare formata da due pilastri in acciaio a sezione circolare cava di diametro 20 cm e spessore 6 mm su cui è ordita una trave in calcestruzzo a spessore. La copertura è formata da un solaio in latero-cemento.

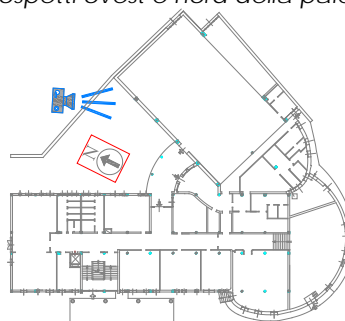
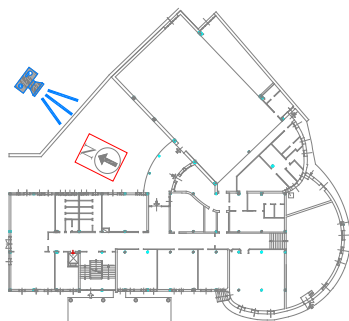
Si riportano alcune riprese fotografiche della palestra:



Fonte nord-vista dell'ingresso del plesso

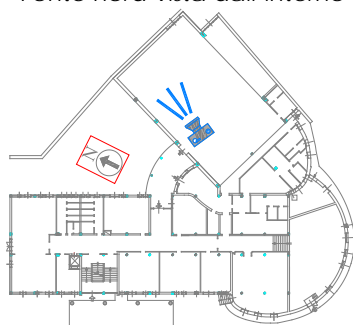


Prospetti ovest e nord della palestra

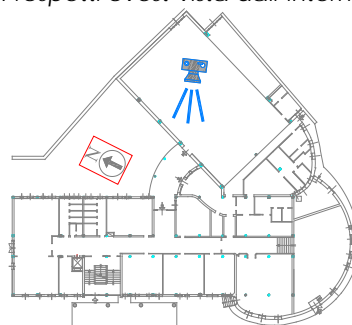




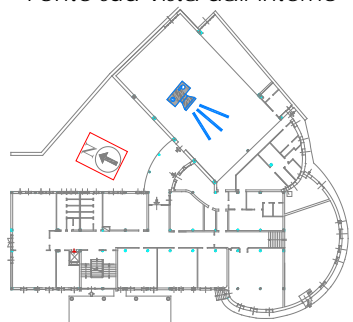
Fonte nord-vista dall'interno



Prospetti ovest-vista dall'interno

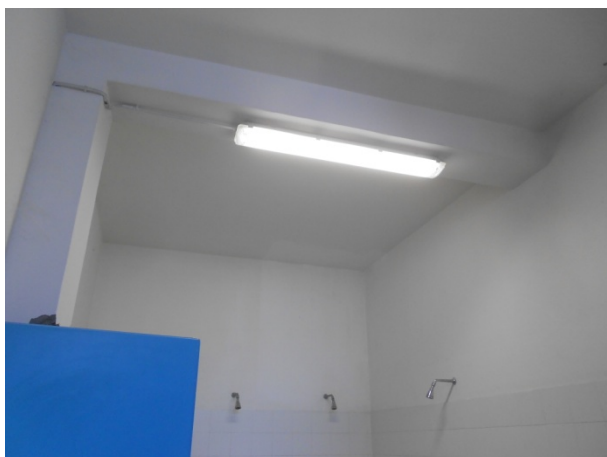


Fonte sud-vista dall'interno

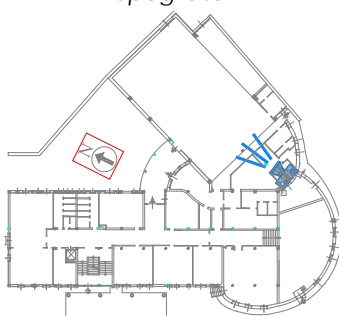


Fronte sud





Spogliatoi



Spogliatoi



3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intervento prevede l'adeguamento sismico dell'intero plesso scolastico e della palestra con l'esclusione dell'ampliamento di più recente realizzazione.

Il presente progetto prevede la realizzazione di un giunto sismico tra i due corpi di fabbrica in modo da disconnettere strutturalmente la scuola dalla palestra.

Il Committente ha inoltre richiesto di assegnare le seguenti classi d'uso ai sensi del D.M. 17.01.2018:

- Scuola: classe d'uso III
- Palestra: classe d'uso IV (edificio strategico ai fini della Protezione Civile)

3.1 Scuola

La struttura della scuola ha mostrato carenze allo stato attuale per carichi gravitazionali sia delle travi che di alcuni pilastri, mentre gli orizzontamenti risultano soddisfare i requisiti di sicurezza minimi di Normativa.

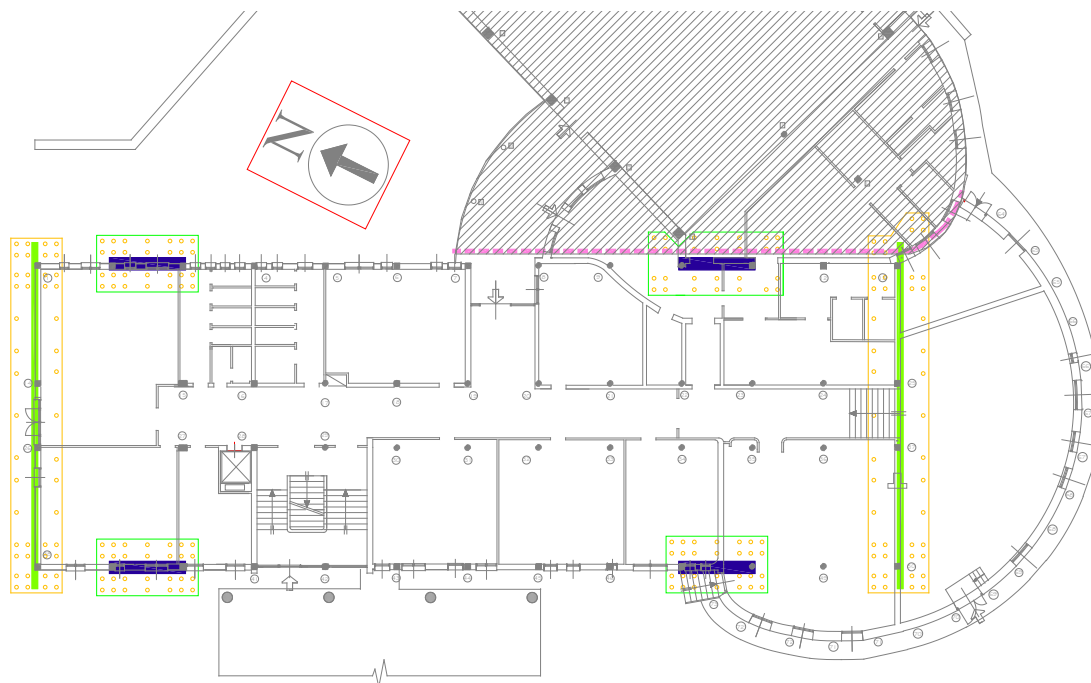
In particolare, le travi del piano primo a spessore risultano non verificate a taglio vista la modesta staffatura presente costituita da staffe Ø6 disposte ad interassi variabili da un minimo di 25 cm ad un massimo di 30 cm. Anche i pilastri del fronte sud risultano non verificati per carichi gravitazionali viste le sollecitazioni flettenti che vi gravano a causa sia del peso del setto in c.a. del piano primo che del carico portato dal solaio di copertura della palestra interna della scuola.

In combinazione sismica emergono in maniera ancora più marcata le carenze strutturali a carico di tutte le pilastrate, le quali risultano armate in maniera non adeguata per sostenere l'azione sismica di progetto.

Le verifiche sismiche della struttura non risultano soddisfatte neanche per un'azione di progetto con tempo di ritorno $T_R=30$ anni (il minimo di Normativa) e pertanto la capacità sismica allo stato attuale risulta molto inferiore alla domanda con un valore dell'indice di sicurezza α_{PGA} di 0.316.

L'intervento prevede l'inserimento di quattro setti in calcestruzzo armato posizionati sul perimetro esterno della pianta sui lati lunghi in prossimità delle due estremità dell'edificio. I setti avranno spessore pari a 65 cm in modo da inglobare completamente le travi del primo impalcato e della copertura evitandone quindi la demolizione e limitando al minimo l'impatto dell'intervento sulla struttura esistente. Inoltre, i setti presenti sui lati corti della pianta saranno prolungati fino a terra con la realizzazione di due nuove pareti in c.a.

che proseguiranno fino in copertura inglobando i setti esistenti del piano primo. Le fondazioni esistenti saranno allargate in corrispondenza dei nuovi setti realizzando delle platee di spessore 50 cm fondate su micropali di diametro 200 mm.



Pianta della scuola-in blu i setti sui lati lunghi della pianta, in verde i setti sui lati corti. Sono rappresentate anche le nuove fondazioni dei setti su micropali

L'inserimento dei setti consente di scaricare i pilastri esistenti dall'azione sismica la quale verrà interamente assorbita dalle nuove pareti in calcestruzzo armato che risultano molto più rigide rispetto alle pilastrate originarie. Tale metodologia di intervento permette di salvaguardare le pilastrate originarie per le quali non saranno necessari interventi di consolidamento.

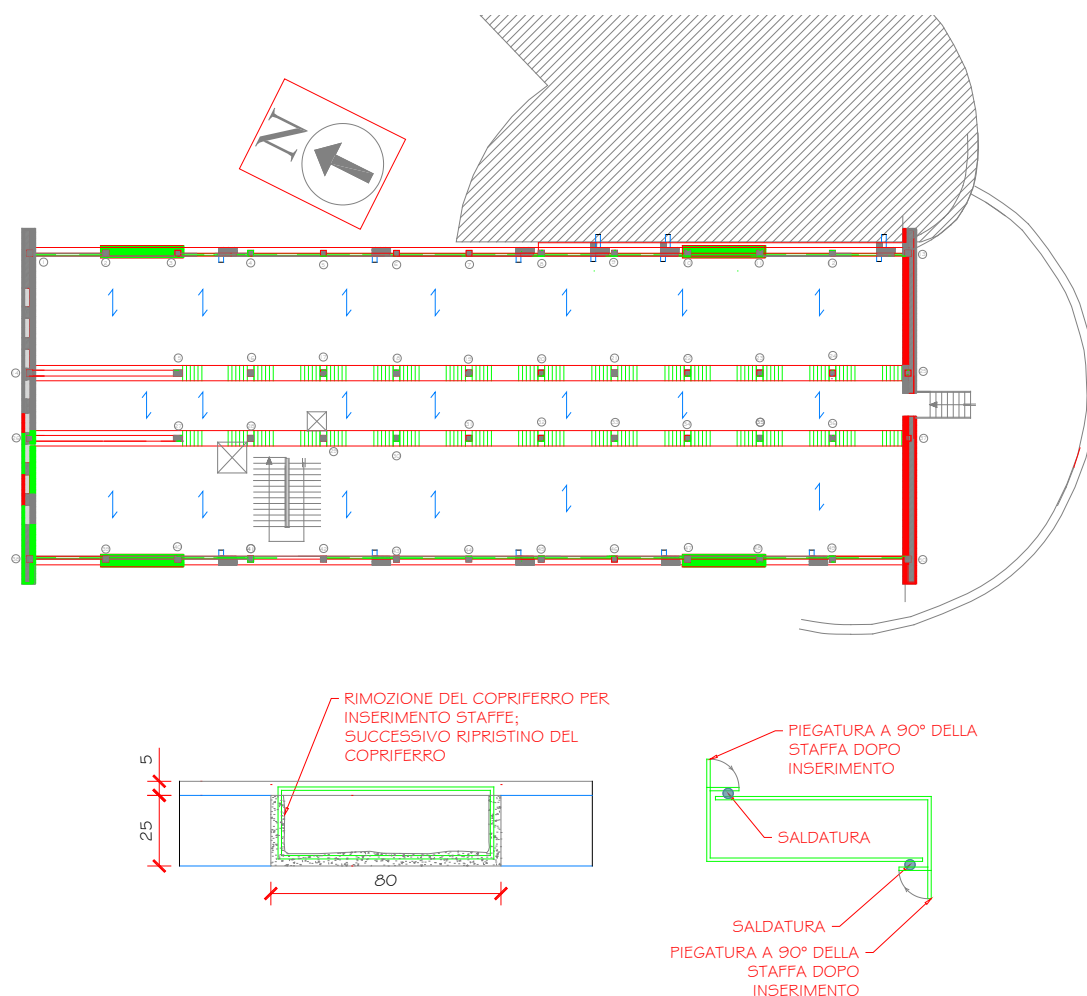
Al piano primo è prevista la demolizione della pavimentazione esistente e del massetto al fine di realizzare una nuova soletta armata di spessore 5 cm connessa con i solai mediante connettori meccanici; tale intervento consente di ottenere il diaframma rigido di piano che garantirà una migliore ripartizione delle azioni sismiche.

L'intervento prevede inoltre il consolidamento delle travate di spina a spessore mediante inserimento di una staffatura aggiuntiva in prossimità dei nodi al fine di garantire la necessaria capacità portante a taglio. Anche le travi di bordo saranno consolidate

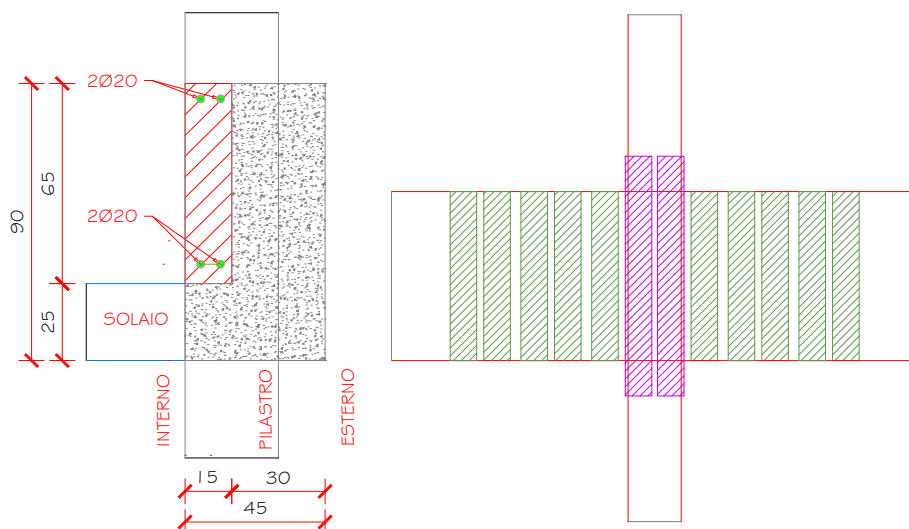
mediante getto integrativo in calcestruzzo armato ed aggiunta di nuove armature longitudinali per incrementare la capacità portante a flessione.

Al fine di garantire un buon comportamento d'insieme del sistema nodo-travi-pilastri, e garantire un significativo incremento della duttilità a tale sistema, e dunque alla struttura nel suo insieme, sono previste fasciature in FRP in fibra di carbonio di tutti i nodi perimetrali del piano primo al fine di conseguire un confinamento delle travi e dei pilastri nelle loro parti terminali convergenti nel nodo dove si concentrano le massime richieste di duttilità in pressoflessione.

Infine sono previsti interventi di consolidamento anche per le travate del sottotetto e della copertura in corrispondenza dei nuovi setti perimetrali dove si concentrano elevate azioni di taglio in combinazione sismica; anche in questo caso le travi saranno consolidate mediante applicazione di tessuti FRP in fibra di carbonio.

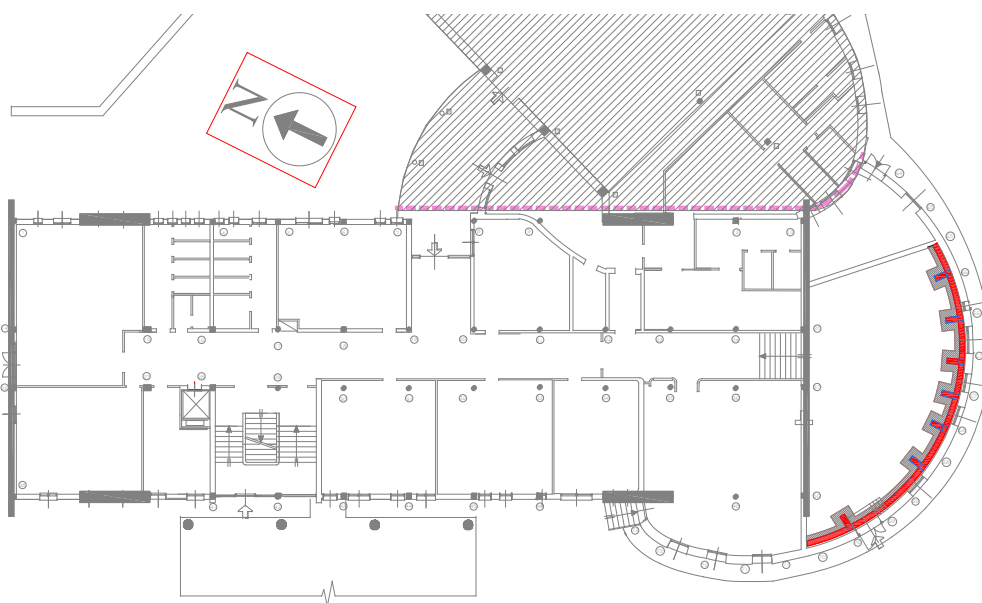


Consolidamento a taglio delle travi di spina – vista in pianta e dettaglio

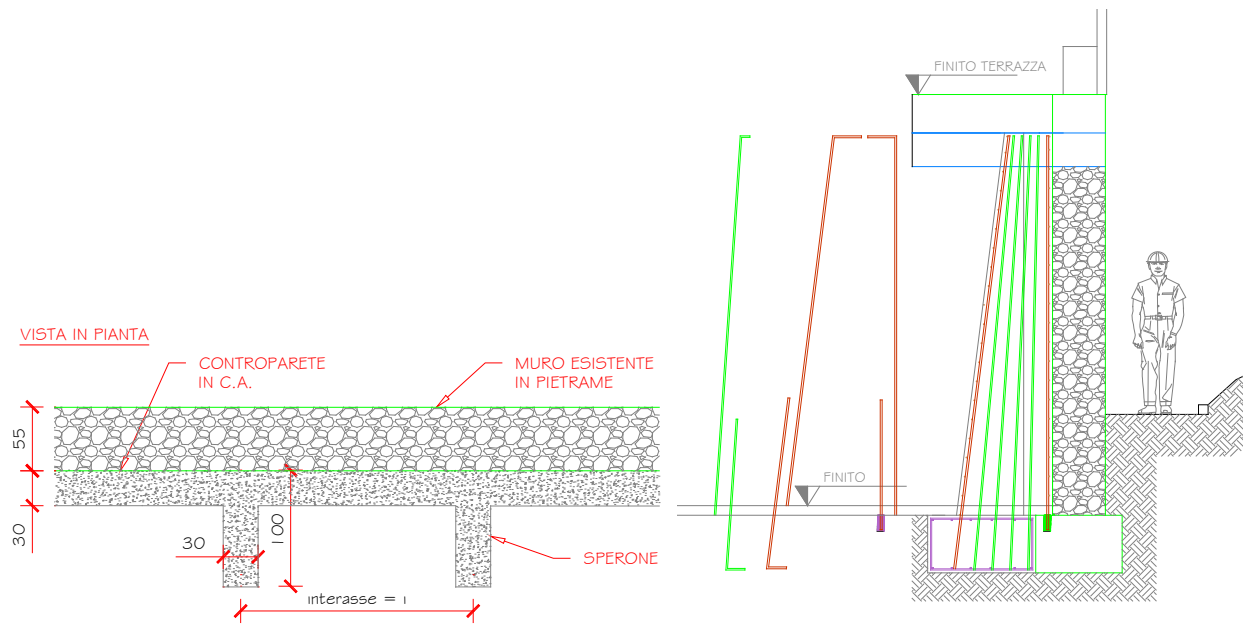


Schema di consolidamento delle travi di bordo del piano primo – a sinistra, in rosso il getto integrativo – a destra, la fasciatura con FRP in fibra di carbonio (vista in prospettiva)

Nel corpo di fabbrica della palestra interna alla scuola realizzato in muratura portante è previsto un intervento di consolidamento della parete esterna in pietrame. L'intervento prevede la realizzazione di una controparete in calcestruzzo armato di spessore 30 cm collegata con la parete in pietrame mediante perforazioni armate e fondata su nuovo cordolo di base connesso con le fondazioni esistenti. La parete sarà inoltre irrigidita da nervature di spessore 30 cm disposte ortogonalmente al piano della parete ed aventi geometria variabile con larghezza di 1 m alla base e 50 cm in sommità. La controparete funzionerà come presidio per le azioni sismiche fuori piano trasferendole in fondazione senza impegnare la parete esistente in muratura.



Pianta del piano terra – in rosso la nuova controparete in c.a.



Dettaglio della controparete – vista in pianta ed in prospettiva

3.2 Descrizione degli interventi architettonici e impiantistici

La descrizione degli interventi di adeguamento strutturale rende evidente che saranno indispensabili importanti interventi di rifacimento delle finiture nonché di ripristino e modifica degli impianti elettrici e meccanici.

In particolare si renderà indispensabile un significativo rifacimento dei servizi nelle parti impiantistiche e nelle finiture.

Le modalità e la determinazione dei ripristini è di difficile previsione.

La stima di queste opere è stata pertanto effettuata soprattutto in economia per quanto riguarda gli impianti che necessiteranno di interventi puntuali sulle apparecchiature esistenti, consistenti in sezionamenti e collegamenti delle canalizzazioni e sui cavidotti che attualmente servono l'edificio.

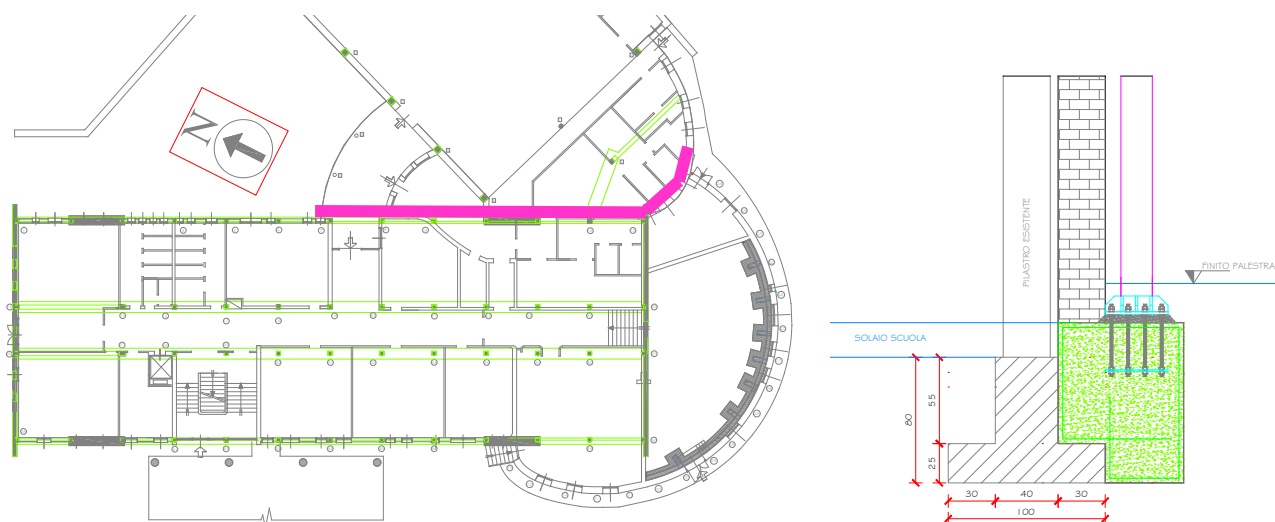
Per quanto attiene invece le opere edili sono stati stimati rifacimenti di finiture (pavimenti, rivestimenti, intonaci, tinteggiature) sulla base della consistenza degli interventi strutturali.

3.3 Palestra

La struttura della palestra, di più recente realizzazione, non ha mostrato carenze di natura statica. Sia gli allineamenti murari portanti in blocchi forati di laterizio che tutti gli elementi in calcestruzzo armato risultano infatti verificati per carichi gravitazionali, così come gli orizzontamenti di copertura sia degli spogliatoi che della palestra.

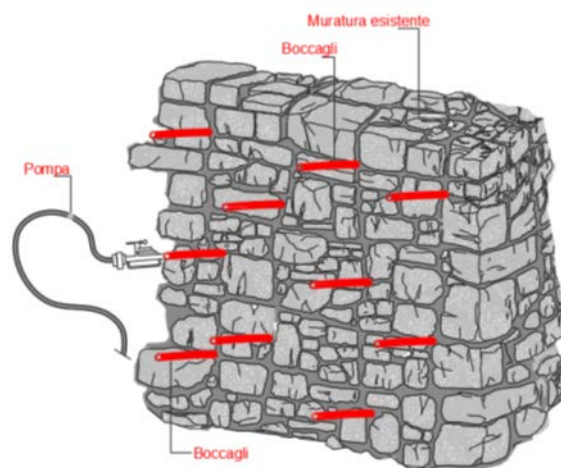
La struttura mostra invece delle carenze sotto azione sismica dove l'analisi ha mostrato una capacità sismica molto inferiore alla domanda con un valore dell'indice di sicurezza α_{PGA} pari a 0.416.

Come già detto l'intervento prevede la separazione strutturale tra il corpo di fabbrica della scuola e quello della palestra e relativi spogliatoi mediante formazione di un giunto sismico tra le due strutture. Sarà realizzato un nuovo telaio metallico con profilati a sezione aperta della serie HEB 200 posti nella zona dell'ingresso della scuola e disposti in adiacenza con il fronte est. I pilastri saranno fondati su un nuovo cordolo di fondazione collegato alle travi rovesce esistenti e incastrati mediante piastre di base e tirafondi. L'orizzontamento di copertura della zona dell'ingresso della scuola e degli spogliatoi dovrà essere separato dalla struttura della scuola e connesso alla trave del telaio metallico di nuova realizzazione ottenendo quindi la separazione dei due corpi di fabbrica.



Schema dell'intervento – A sinistra: in verde, le strutture esistenti del piano primo, in magenta il telaio metallico di nuova realizzazione in corrispondenza del giunto. A destra: dettaglio in sezione del nuovo telaio metallico

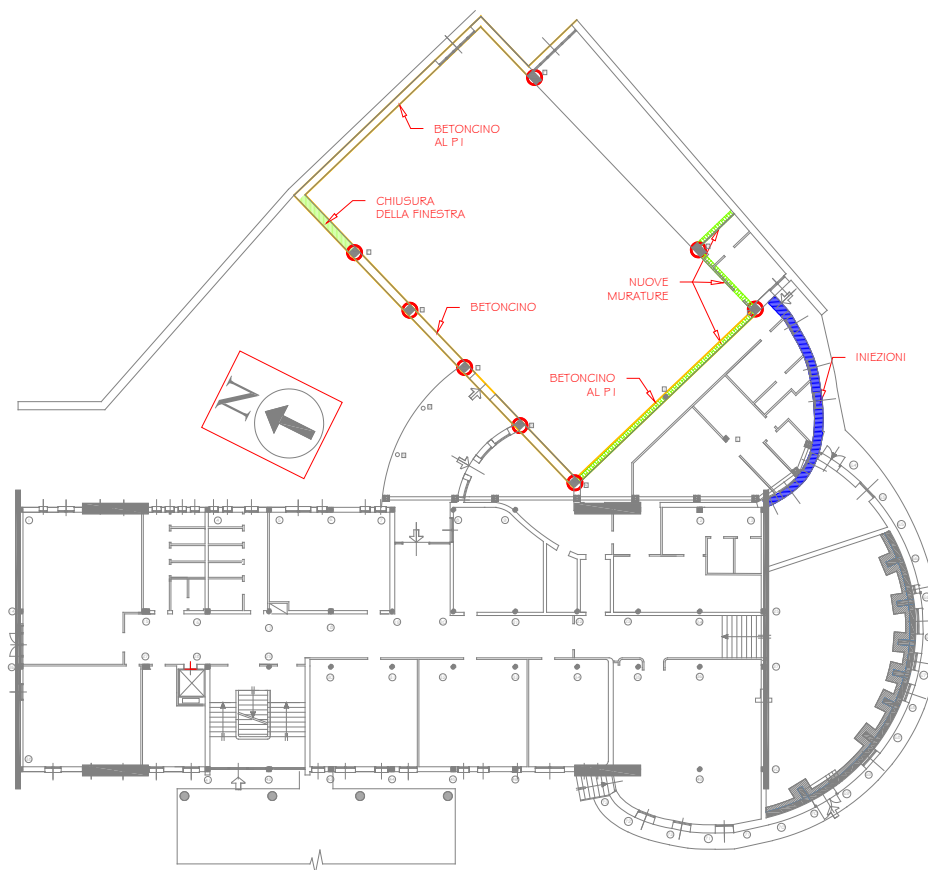
La zona degli spogliatoi è formata da un corpo di fabbrica monopiano in muratura portante di pietrame con geometria curvilinea a raggio variabile per la quale si prevede un consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti al fine di apportare un miglioramento delle caratteristiche meccaniche del materiale. L'intervento mira ad eliminare il più pericoloso dei fenomeni localizzati che è la disgregazione caotica della muratura andando a ridurre i vuoti e rafforzando il legame tra le parti esistenti della muratura, rendendola in tal modo più coesa ed in grado di mantenersi monolitica durante il sisma.



Schema di realizzazione delle iniezioni

All'interno della palestra si prevede la realizzazione di una nuova parete portante sul fronte sud prolungando fino a terra l'allineamento murario che allo stato attuale è sostenuto da un telaio in calcestruzzo armato e da una trave a sezione rettangolare 30x70 cm ordita parallelamente al lato corto della pianta (trave "porta-parete" come descritto al capitolo 2). Il nuovo allineamento sarà realizzato in muratura portante in blocchi di laterizio forato e sarà fondata sulla fondazione esistente per la quale è previsto un allargamento.

Il fronte ovest della palestra verrà consolidato mediante la posa di betoncino armato con rete elettrosaldata adeguatamente connesso al paramento murario esistente mediante connettori passanti ancorati alla rete. L'intervento sarà completato mediante la connessione dei singoli campi di muratura con i pilastri in calcestruzzo armato esistenti tramite perforazioni armate diffuse lungo tutta l'altezza del paramento murario. Inoltre si prevede la chiusura della finestratura adiacente il prospetto nord al fine di ottenere un allineamento murario con continuità cielo-terra in direzione longitudinale.



Schema dell'intervento sulla palestra – in verde le nuove murature, nei cerchi rossi, il collegamento dei pilastri ai pannelli murari mediante perforazioni armate, in blu le iniezioni

Le tramezzature interne sul lato est di spessore variabile da 11 cm a 13 cm saranno demolite e sostituite con nuovi allineamenti in blocchi di laterizio portante di spessore 30 cm connessi ai pilastri in calcestruzzo armato analogamente a quanto fatto sul fronte ovest. Lungo tali allineamenti saranno anche previsti degli irrigidimenti delle fondazioni esistenti per consentire un migliore trasferimento dei carichi in fondazione.

I rimanenti allineamenti murari saranno consolidati con applicazione di betoncino armato con rete elettrosaldata e mediante la connessione dei singoli campi di muratura con i pilastri in calcestruzzo armato esistenti tramite perforazioni armate diffuse lungo tutta l'altezza del paramento murario.

L'insieme degli interventi previsti garantirà la totale connessione tra le pareti in laterizio e le strutture in calcestruzzo ottenendo un sistema strutturale misto in grado di collaborare per garantire la necessaria capacità portante sotto azione sismica.

3.4 Descrizione degli interventi architettonici e impiantistici

Nel volume dedicato alla palestra gli interventi murari di ripristino non presentano la rilevanza dell'edificio principale.

Sono stati pertanto previsti i rifacimenti delle finiture oggetto di interventi strutturali, alcuni ripristini puntuali dei servizi e il rifacimento completo della pavimentazione sportiva.

3.5 Valutazione delle lavorazioni

Preso atto dei ribassi d'asta con cui vengono usualmente aggiudicati gli appalti pubblici e della obbligatorietà dell'utilizzo dell'Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche 2019 della Regione Emilia-Romagna l'amministrazione appaltante ha deciso di applicare sui prezzi un correttivo a ribasso del 15%.

Allegato: quadro economico riepilogativo

Luglio, 2020

I Progettisti
Ing. Claudio Consorti
Ing. Alessio Consigli