

STUDIO DI FATTIBILITA'

OSPEDALE DI COMUNITA' DI SAN PIETRO IN CASALE RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA

Realizzazione di un Ospedale di Comunità a San Pietro in Casale (CUP E79J22000580006)



<u>Proprietà:</u> AZIENDA USL DI BOLOGNA DELEGATO CON DEL.n.263 del 12/07/2019 IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO TECNICO PATRIMONIALE (Ing. Claudia Reggiani)	<u>Direttore Generale:</u> Dott. Paolo Bordon	<u>Progettista Architettonico:</u> Ing. Franco Emiliani	<u>Progettista Strutturale:</u>	<u>Progettista Impianti Meccanici:</u> Ing. Simona Boschetti	<u>Progettista Impianti Elettrici:</u> Ing. Davide Canarini	<u>Responsabile del Procedimento:</u> Ing. Franco Emiliani
<u>Data:</u> Gennaio 2022						

STUDIO DI FATTIBILITA' OSPEDALE DI COMUNITA' DI SAN PIETRO IN CASALE RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA

Intervento di realizzazione di un Ospedale di Comunità a San Pietro in Casale (CUP E79J22000580006)

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente Studio di Fattibilità è redatto ai sensi dell'art. 14 co. 1 lett. a) b) c) d) e) del D.P.R. 207/2010 in base alle disposizioni transitorie e di coordinamento previste all'art. 216 comma 4, richiamate all'art. 23 comma 3 del D.Lgs. 50/2016 "Codice Appalti".

Il presente documento comprende al suo interno anche le informazioni del *Documento di Indirizzo alla Progettazione* (documento preliminare all'avvio della progettazione di cui all'art. 15 del DPR 207/2010) e del *Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali* (di cui all'art. 23 co. 5 del D.Lgs. 50/2016).

PREMESSA

Lo Studio di Fattibilità ha per oggetto le analisi e le valutazioni tecnico economiche per la realizzazione dell'Ospedale di Comunità (OdC) di San Pietro in Casale.

L'OdC sarà realizzato all'interno di un'area parzialmente dismessa dell'attuale Polo sanitario di S. Pietro in C e l'intervento comporterà la ristrutturazione della porzione di immobile con miglioramento sismico.

Il progetto prevede la realizzazione di 18 posti letto, la struttura si svilupperà al piano primo per una superficie totale di circa 950 mq e sarà posta in stretta comunicazione con la Casa della Comunità che occupa la restante parte della struttura del Polo Sanitario.

La realizzazione dell'OdC in tale contesto consentirà la collaborazione ed integrazione con i Servizi sanitari territoriali già presenti nel complesso, ampliando l'offerta della rete dei servizi alla popolazione.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI, TECNICHE, GESTIONALI, ECONOMICO FINANZIARIE DEI LAVORI DA REALIZZARE



A. RELAZIONE DICOMMITENZA, REQUISITI FUNZIONALI

A1. Introduzione

L'Ospedale di Comunità (OdC), come previsto dalla normativa vigente e dagli atti concertativi di riferimento (DM 70/2015, Patto per la Salute 2014-2016, Piano nazionale della cronicità, Accordo in Conferenza Stato-Regioni del 20.02.2020), svolge una funzione intermedia tra il domicilio e il ricovero ospedaliero, con la finalità di evitare ricoveri ospedalieri impropri e di favorire dimissioni protette in luoghi più idonei al prevalere di fabbisogni assistenziali, di stabilizzazione clinica, di recupero funzionale e dell'autonomia più prossimi al domicilio. L'OdC è una struttura di ricovero breve, che afferisce al livello essenziale di assistenza territoriale, rivolta a pazienti che, a seguito di un episodio di acuzie minori o per la riacutizzazione di patologie croniche, necessitano di interventi sanitari a bassa intensità clinica potenzialmente erogabili a domicilio, ma che necessitano di assistenza/sorveglianza sanitaria infermieristica continuativa, anche notturna, non erogabile a domicilio o in

manca di idoneità del domicilio stesso (strutturale e/o familiare). Tali necessità possono concretizzarsi sia in occasione di dimissione da struttura ospedaliera, sia per pazienti che si trovano al loro domicilio, in questo secondo caso possono rientrare anche ricoveri brevi. L'OdC, così come chiarito dall'Accordo in Conferenza Stato- Regioni del 20.02.2020, non è una duplicazione o una alternativa a forme di residenzialità sociosanitarie già esistenti, che hanno altre finalità e destinatari; in particolare, non è ricompreso nelle strutture residenziali (articoli 29-35 del DPCM 12/01/2017 recante "Definizione e aggiornamento dei livelli essenziali di assistenza, di cui all'articolo 1, comma 7, del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502"). Possono accedere all'OdC pazienti con patologia acuta minore che non necessitano di ricovero in ospedale o con patologie croniche riacutizzate che devono completare il processo di stabilizzazione clinica, con una valutazione prognostica di risoluzione a breve termine (15-30 giorni), provenienti dal domicilio o da altre strutture residenziali, dal Pronto soccorso o dimessi da presidi ospedalieri per acuti. Tra gli obiettivi primari del ricovero deve essere posto anche il coinvolgimento attivo e l'aumento di consapevolezza, nonché la capacità di auto-cura dei pazienti e del familiare/caregiver, attraverso la formazione e l'addestramento alla migliore gestione possibile delle nuove condizioni cliniche e terapeutiche e al riconoscimento precoce di eventuali sintomi di instabilità.

In sintesi, le categorie principali di pazienti eleggibili sono le seguenti:

- a) pazienti fragili e/o cronici, provenienti dal domicilio, per la presenza di riacutizzazione di condizione clinica preesistente, insorgenza di un quadro imprevisto, in cui il ricovero in ospedale risulti inappropriato;
- b) pazienti, prevalentemente affetti da multimorbidità, provenienti da struttura ospedaliera, per acuti o riabilitativa, clinicamente dimissibili per conclusione del percorso diagnostico terapeutico ospedaliero, ma con condizioni richiedenti assistenza infermieristica continuativa;
- c) pazienti che necessitano di assistenza nella somministrazione di farmaci o nella gestione di presidi e dispositivi, che necessitano di interventi di affiancamento, educazione ed addestramento del paziente e del caregiver prima del ritorno al domicilio;
- d) pazienti che necessitano di supporto riabilitativo-rieducativo, il quale può sostanziarsi in: valutazioni finalizzate a proporre strategie utili al mantenimento delle funzioni e delle capacità residue (es. proposte di fornitura di ausili); counselling e educazione terapeutica al

paziente con disabilità motoria, cognitiva e funzionale; interventi fisioterapici nell'ambito di Percorsi/PDTA/Protocolli già attivati nel reparto di provenienza e finalizzati al rientro a domicilio.

I pazienti ospitati necessitano di assistenza infermieristica continuativa e assistenza medica programmata o su specifica necessità

A2. Il contesto sociodemografico di riferimento

Il Distretto Pianura Est comprende 15 comuni dell'area pianura.

La popolazione al 1° gennaio 2020 ammonta a 162.721 abitanti.

Nel 2019 sono stati registrati 1216 nati vivi e 1683 morti, ma il saldo migratorio (+1637) ha compensato il saldo naturale negativo (-467).

Rispetto all'anno precedente ha registrato un tasso di crescita totale del 7,2 x1000 e un tasso di crescita migratoria del 10,1x1000, quest'ultimo superiore alla media aziendale. La popolazione straniera rappresenta il 10,0% della popolazione totale (12,5% in Azienda USL).

L'età media (45,2 anni), la popolazione di età superiore o uguale ai 65 anni (22,9%) e l'indice di vecchiaia (165,7) sono tra i più bassi in azienda.

Il numero di famiglie nel 2019 ammonta a 71.801, di queste il 34,1% sono unipersonali, e corrispondono al 15% della popolazione residente.

Con il 33,8% di popolazione residente in area deprivata o molto deprivata, registra la più bassa percentuale in azienda.

A3. Relazione di committenza

Nel Distretto di Pianura Est della Provincia di Bologna, in relazione ad un'area di popolazione di circa 162.721 abitanti, si prevede la ristrutturazione di un'area dismessa presso la Casa della Salute di San Pietro in Casale al fine di realizzare un OdC con 18 posti letto. La nuova struttura sarà in stretta comunicazione con la Casa della Comunità presente al piano terra del complesso di S. Pietro in Casale, con la quale si potranno sviluppare sinergie per una migliore gestione dei pazienti.

La gestione e l'attività nell'OdC saranno basate su un approccio multidisciplinare, multi professionale ed interprofessionale, in cui sono assicurate collaborazione ed integrazione delle diverse competenze. La responsabilità igienico sanitaria dell'OdC sarà in capo ad un

medico. La responsabilità organizzativo/assistenziale della struttura sarà in capo ad un coordinatore infermieristico. L'assistenza infermieristica sarà garantita nelle 24 ore con il supporto degli Operatori Sociosanitari, in coerenza con gli obiettivi del Piano Assistenziale Individualizzato (PAI) e in stretta sinergia con il responsabile clinico e gli altri professionisti coinvolti assistenti sociali e fisioterapisti. All'interno dell'equipe di cura sarà presente l'Infermiere case-manager di OdC che si occupa, in particolare, delle transizioni di cura dei pazienti assicurandone la presa in carico e la continuità assistenziale: l'infermiere case manager si interfacerà con le Centrali Operative Territoriali in modo da facilitare l'organizzazione dell'assistenza, e gli ausili eventualmente necessari, una volta che il paziente tornerà al domicilio.

L'assistenza medica è assicurata dai medici incaricati, nel turno diurno (8-20) sarà garantita per almeno 4 ore al giorno 7 giorni su 7 mentre nel turno notturno (20-8) e diurno festivo e prefestivo in forma di pronta disponibilità, anche organizzata per più strutture dello stesso territorio, con tempi di intervento conformi a quanto previsto dalle norme vigenti in materia. L'assistenza notturna sarà garantita anche da Medici della Continuità Assistenziale. I responsabili delle attività cliniche ed infermieristiche provvederanno alla raccolta delle informazioni sanitarie per i rispettivi ambiti di competenza, utilizzando la cartella clinico - assistenziale integrata, già inserita in un processo di informatizzazione integrato con il FSE. All'interno dell'OdC saranno, inoltre, garantite alcune attività di monitoraggio dei pazienti, in loco o in collegamento funzionale, favorendo lo sviluppo dei servizi di telemedicina. A supporto dell'attività di monitoraggio saranno disponibili i seguenti strumenti: - defibrillatore; - elettrocardiografo portatile/telemedicina; - saturimetro; - spirometro; - emogasanalizzatore; - apparecchio per esami POCT; - ecografo.

A4. Servizi e Personale

La struttura garantirà il servizio nelle 24 ore tramite la presenza costante di personale infermieristico supportato da personale OSS.

Sarà inoltre presente:

- personale medico per garantire la responsabilità igienico sanitaria;
- personale infermieristico garantirà l'assistenza infermieristica nelle 24 ore con il supporto degli Operatori Sociosanitari;

- coordinatore infermieristico al quale sarà delegata la responsabilità organizzativo/assistenziale della struttura.

B. VERIFICA URBANISTICA

B1. Localizzazione dell'intervento

L'intervento si configura come ristrutturazione di edificio esistente con interventi strutturali atti al miglioramento sismico.

L'edificio in oggetto è inserito all'interno dell'area ospedaliera in Via Asia n.61 nel Comune di San Pietro in Casale.

L'intero edificio è costituito da due piani fuori terra, l'OdC oggetto del presente studio occuperà esclusivamente l'ultimo piano.

Di seguito si riporta la foto con l'individuazione del fabbricato oggetto di intervento.



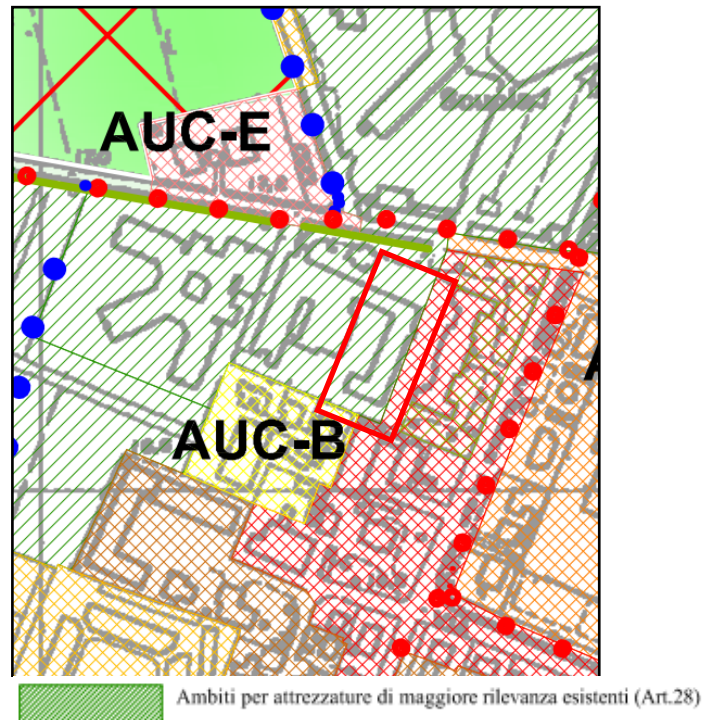
Individuazione edificio

B2. Dati di sintesi per la verifica urbanistica

L'edificio esistente oggetto di ristrutturazione è individuato catastalmente al Foglio55, Mappale 58 Sub 6-2 .

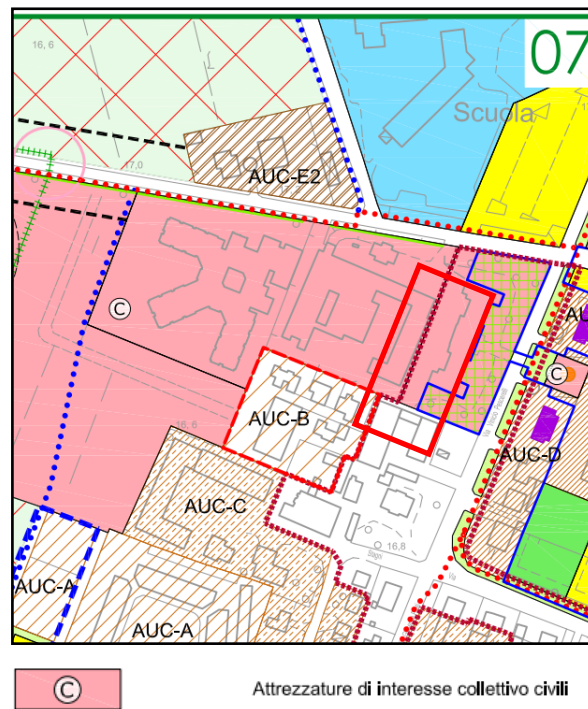
L'edificio rientra nell'ambito di attrezzature di maggiore rilevanza esistenti art.28

Tav 1POC – Individuazione ambiti e Sub Ambiti

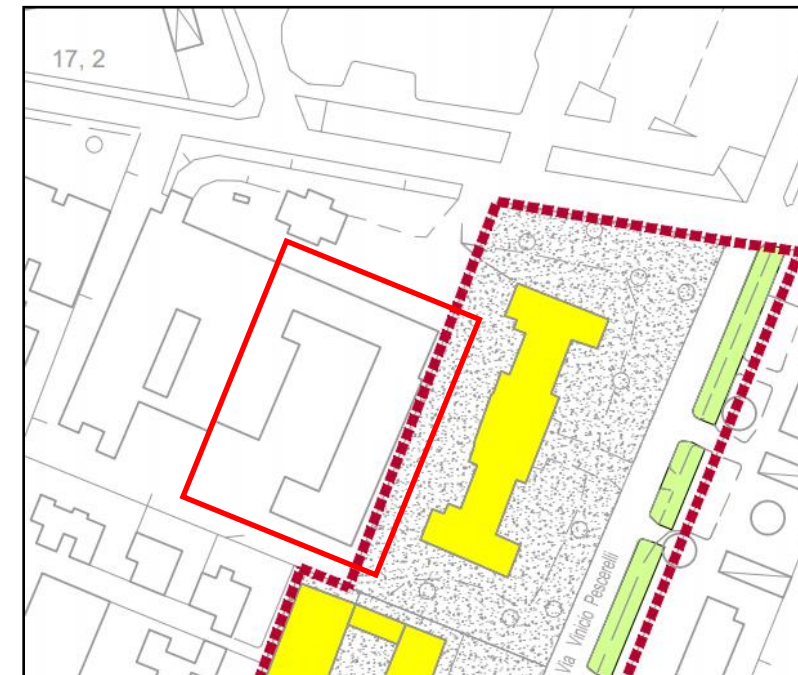


L'edificio in oggetto è escluso dalla tutela storico-artistica che grava sulla porzione originaria del complesso e, pertanto, non sussistono particolari vincoli per la sua ristrutturazione.

Tav 2 RUE –Disciplina del territorio extraurbano



Tav.3 RUE –Disciplina particolareggiata del centro storico- interventi



Tav.4 RUE –Disciplina particolareggiata del centro storico- usi

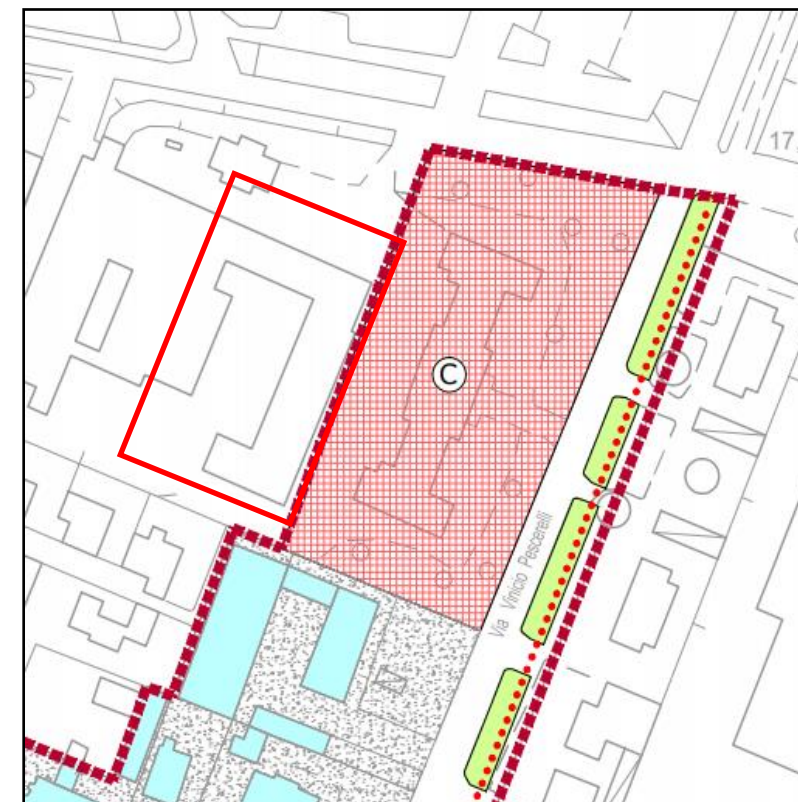
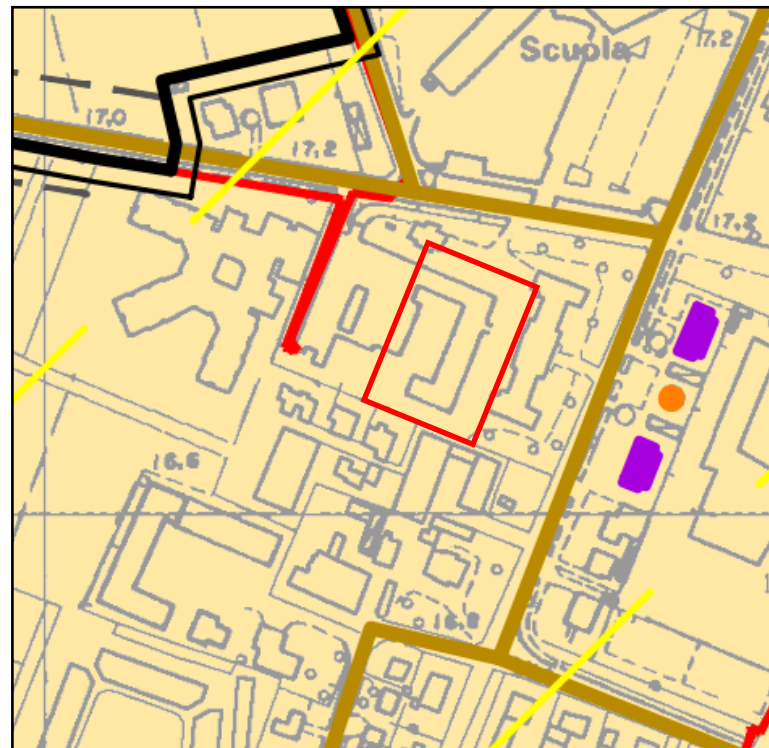


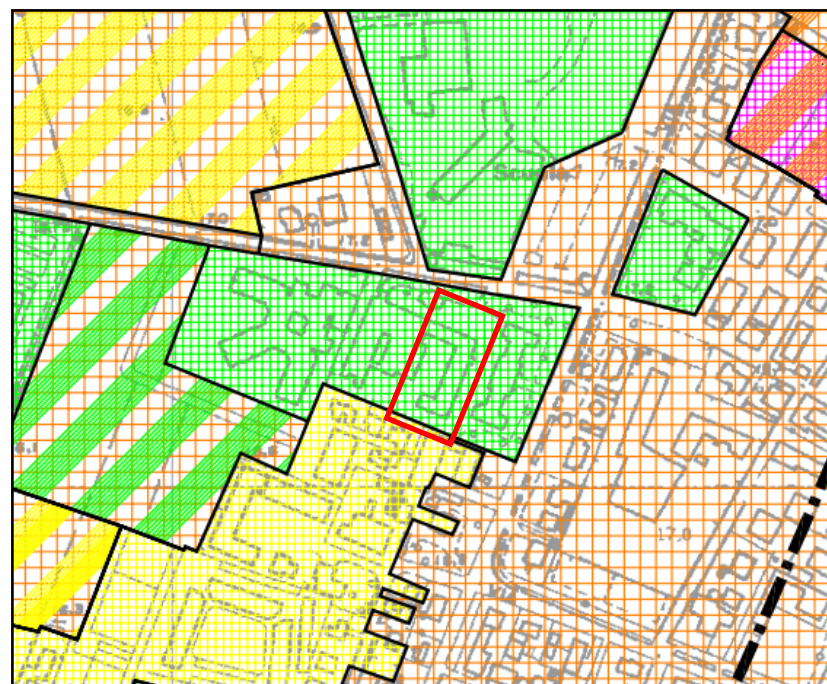
Tavola dei vincoli



Pericolosità sismica

Aree che richiedono approfondimenti sismici di terzo livello

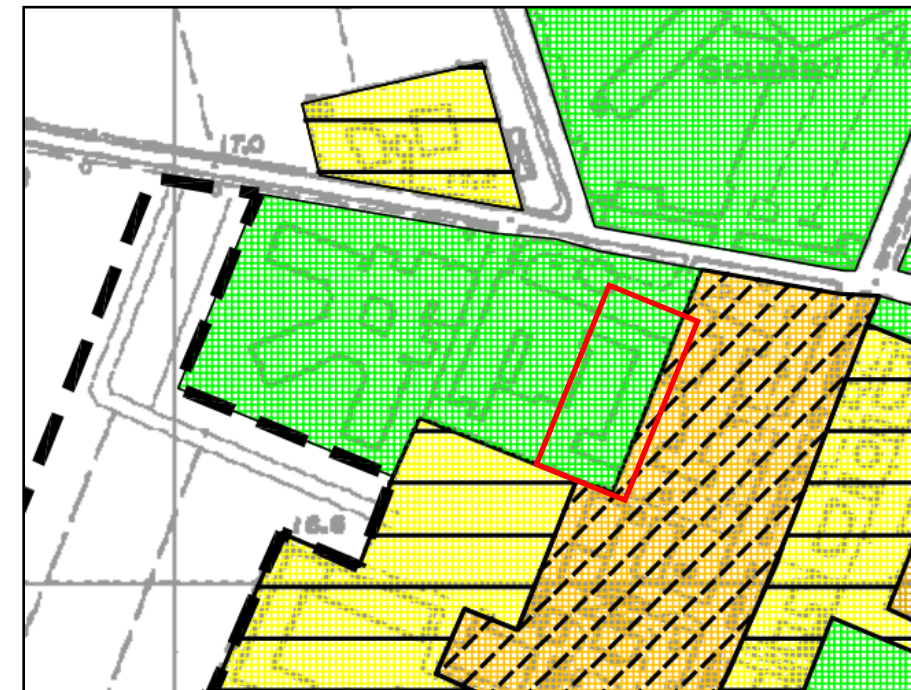
- Zonizzazione acustica



STATO DI PROGETTO

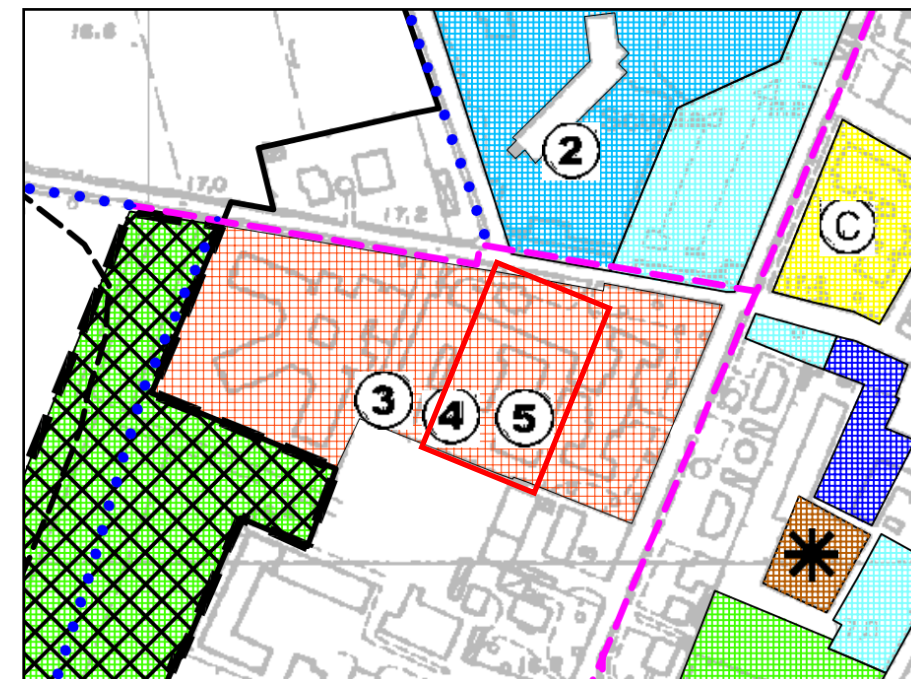
Classe I

Tav. SpQC.2.2 Quadro conoscitivo – sistema territoriale – Tessuti territoriali



Aree / edifici specialistici per principali servizi urbani

Tav. SpQC.2.2 Quadro conoscitivo – sistema territoriale – Dotazioni territoriali



Servizi sovracomunali



Esistenti

VERIFICA CONFORMITA' EDILIZIA:

- Concessione edilizia per "Nuova costruzione, padiglioni, poliambulatorio e ospedale di giorno, centrale termica" n.568/77 del 27/1/1977
- Pratica edilizia (procedimento ai sensi dell'art.10 della L.15/13) "Lavori per lo spostamento di aree funzionali sanitarie amministrative e di supporto" n. 8094/2019 del 08/6/2020.

L'intervento prevede, oltre alla ristrutturazione interna, anche la realizzazione di una scala di sicurezza esterna e di un montalettighe. Per gli aspetti edilizi ed urbanistici l'intervento si configura come ristrutturazione edilizia con adeguamento alle norme per la sicurezza e al superamento delle barriere architettoniche.

B3. Descrizione dei requisiti principali dell'opera in ambito di sostenibilità ambientale e di compatibilità paesaggistica. collegamenti con il contesto, in riferimento alla verifica dei vincoli ambientali – storici – archeologici – paesaggistici interferenti sulle aree.

Tutti gli interventi qui descritti verranno condotti tenendo nella massima considerazione gli aspetti di sostenibilità ambientale e di risparmio energetico, in linea con l'attenzione all'ambiente e alla salvaguardia delle risorse contenuta nelle più recenti emanazioni normative. Il riferimento, evidentemente, è soprattutto ai CAM, Criteri Ambientali Minimi, introdotti con la Legge 221/2015 e poi aggiornati con il D.M. 11/01/2017, per quanto attinente ed applicabile nel particolare contesto di cui sopra.

Lo sviluppo del progetto sarà coerente con i principi e gli obblighi specifici del PNRR relativamente al principio del "Do No Significant Harm" (DNSH), per le parti applicabili allo specifico intervento nel contesto in cui è inserito.

C. ORGANIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEL PROGETTO

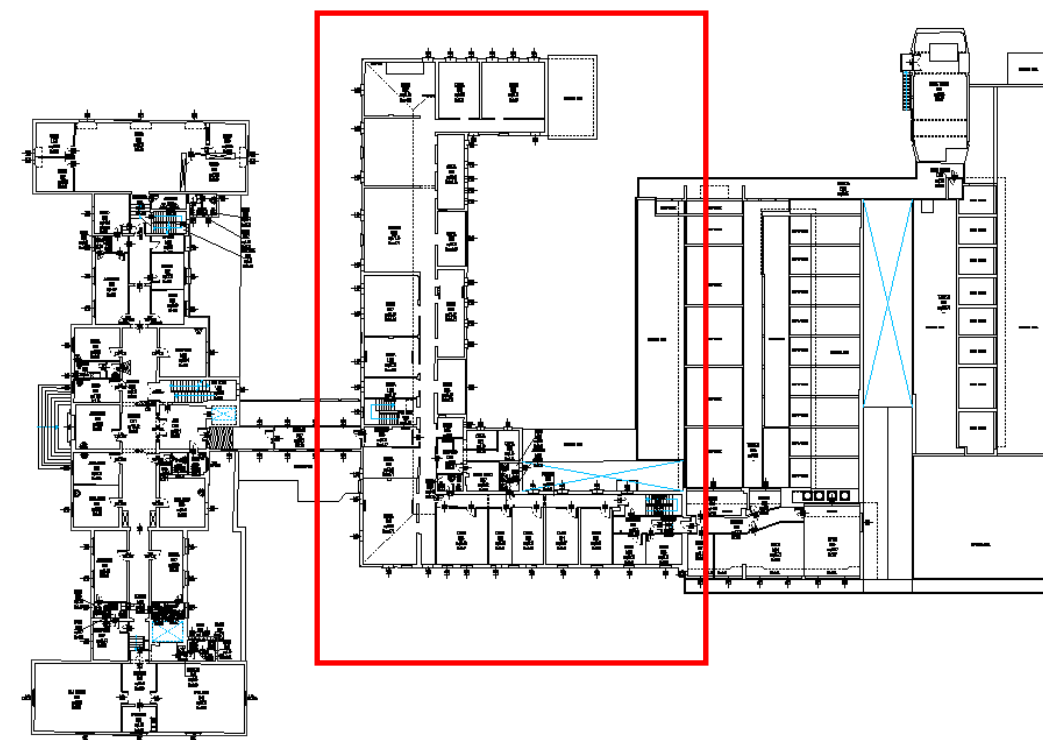
C1. Stato di fatto

L'edificio oggetto di intervento è un corpo di fabbrica che costituisce la prima parte in ampliamento, realizzata a metà degli anni '50, dell'ex ospedale costruito alla fine del 1800 (inaugurazione maggio 1896), è caratterizzato da una forma a C e si sviluppa su 2 piani, terra e primo piano. La superficie

complessiva è di circa 1810 mq con struttura portante in muratura, solaio di interpiano e di copertura in latero-cemento e copertura a falde inclinate.

Oggi parte del piano primo è in disuso e può, quindi, essere rifunzionalizzato per realizzare un Ospedale di Comunità. Attualmente il piano terra è parzialmente utilizzato per casa della salute.

L'immagine seguente riporta l'individuazione dell'area destinata all'OdC.



Di seguito vengono riportate le foto dei prospetti della struttura.



C2.Progetto

Il nuovo uso previsto richiede interventi edili ed impiantistici per nuovo layout distributivo ed interventi atti al miglioramento sismico ed all'adeguamento alla norma di prevenzione incendi.

Il progetto di riqualificazione si pone, in particolare, i seguenti obiettivi:

- Migliorare la sicurezza della struttura nei confronti dell'azione sismica, nel dettaglio si rimanda allo specifico paragrafo;
- Adeguare la struttura alla norma di prevenzioni incendi; a tal fine si prevede anche la realizzazione di un nuovo vano scala;
- Riorganizzare i sistemi dei percorsi e degli accessi per rendere più funzionale il reparto e assicurare una migliore accoglienza, rendere più efficienti i percorsi per il trasferimento dei pazienti, garantire i percorsi d'esodo ed eliminare le barriere architettoniche. A tal fine si prevede la realizzazione di un nuovo montalettighe;
- Ripensare il lay-out interno per consentire la realizzazione di camere doppie e singole dotate di servizi igienici e tutti gli spazi di supporto secondo le linee di indirizzo della DGR 221/2015 relativa all'accreditamento del dipartimento di cure primarie; la dotazione di 16 posti letto;
- Una complessiva riqualificazione di finiture, impianti e componenti per garantire confort, sicurezza, efficientamento energetico e sostenibilità ambientale.

Il nuovo reparto sarà collocato al primo piano dell'edificio, di cui occuperà circa 950 mq. Il layout distributivo prevede camere, spazi di accoglienza e di lavoro del personale, depositi, servizi e area destinata alla riabilitazione. Al piano terra attualmente è presente un'area ambulatoriale della Casa della Comunità.

In dettaglio si riportano di seguito le opere da realizzare:

Opere strutturali

Il nuovo uso richiede di intervenire a livello strutturale per migliorare il comportamento della porzione di edificio rispetto all'azione del sisma.

La progettazione, pertanto, è partire dalla verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio al fine di individuare le eventuali criticità e determinare i possibili interventi di miglioramento nel rispetto delle norme tecniche delle costruzioni.

Dall'esame della vulnerabilità si sono individuati i seguenti interventi strutturali:

- inserimento di travi metalliche a sostegno della copertura a seguito di demolizione di parete in muratura di mattoni pieni a 2 teste che si è resa necessaria per l'allargamento del corridoio esistente;
- realizzazione di soletta in c.a. collaborante di 5 cm al solaio di interpiano;
- placcaggio con intonaco armato su entrambi i lati delle pareti in muratura esistenti;
- inserimento di cerchiature metalliche a seguito di modifica di aperture esistenti;
- demolizione del solaio sottotetto in latero cemento, ottenendo una riduzione dei carichi permanenti della struttura;
- tamponamento di bucatore esistenti con muratura portante in mattoni pieni;
- realizzazione di giunti strutturali sismici nei confronti degli edifici limitrofi;
- collegamento tra gli elementi metallici (travi e capriate) posti a sostegno del solaio di copertura e il solaio stesso e le pareti portanti.

Nel dettaglio si rimanda alla relazione allegata del progetto di consolidamento statico e miglioramento sismico.

Opere edili

L'adeguamento degli spazi alla nuova destinazione d'uso sarà progettato e costruito secondo gli standard più moderni in tema di sicurezza, confort e in linea con le ultime linee guida emanate dallo Stato e Regione in materia di Case della Salute/Comunità e di Ospedali di Comunità, anche tenendo conto degli indirizzi contenuti nella bozza di DM71.

L'ampliamento in progetto sarà realizzato nel rispetto delle attuali normative europee e regionali in materia di contenimento dei consumi energetici.

L'intervento comporterà il rifacimento di tutte le finiture edili e in particolare la realizzazione di nuove tramezzature in cartongesso e nuovi infissi interni. Gli infissi esterni esistenti verranno sostituiti con altri aventi elevate caratteristiche di isolamento termico e acustico; per le nuove aperture gli infissi avranno le medesime caratteristiche.

Le finiture delle pareti saranno prevalentemente in tinta lavabile per i locali del personale e di servizio, a smalto per gli ambienti ambulatoriali e per le stanze di degenza e spazi comuni, piastrellate per i servizi igienici e vuota.

La pavimentazione sarà in materiale resiliente per tutti gli ambienti ad eccezione dei locali di servizio (bagni vuota), dove verrà prevista una pavimentazione ceramica.

Sono previsti nuovi controsoffitti a "quadrotti" in tutti i locali, con struttura antisismica.

Opere impiantistiche

Si prevede la ristrutturazione dei locali ed il completo rifacimento degli impianti tecnologici a servizio dell'Ospedale di Comunità.

Impianti meccanici

Nella progettazione degli impianti oltre alla qualità, all'efficienza, alla sicurezza e alla economicità dei componenti, si assumerà come obiettivo fondamentale la massima sostenibilità ambientale. I criteri di valutazione ai quali si farà riferimento sono i seguenti:

- Mantenimento di idonea qualità dell'aria interna, con il rispetto dei dettami di accreditamento e delle norme applicabili, con particolare riferimento alla norma UNI 10339;
- Pieno rispetto delle prestazioni in riferimento ai consumi energetici secondo le prescrizioni della DGR n.1383/ 2020 "Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici – Testo coordinato".

Impianti di climatizzazione: per la climatizzazione invernale ed estiva si prevedranno impianti delle seguenti tipologie:

- condizionamento invernale/estivo con radiatori ed aria primaria (dimensionato per l'abbattimento dei carichi estivi) per i locali principali quali ambulatori, spazi di supporto, studi, uffici e per spazi connettivi ed attese, eventualmente integrati con impianti a ventilconvettori nel caso in cui i carichi termici, nei mesi estivi, siano tali da non consentire il raggiungimento del comfort termico richiesto;
- nelle stanze di degenza si valuterà la possibilità di inserire i pannelli radianti a soffitto o in alternativa i radiatori, ed impianto ad aria primaria (eventualmente dimensionato per l'abbattimento dei carichi estivi nel caso si opti per l'installazione di radiatori);
- riscaldamento a radiatori ed aria primaria per gli spogliatoi;
- riscaldamento a radiatori ed aspirazione forzata per servizi igienici e docce degli spogliatoi;
- riscaldamento a radiatori per locali di servizio non presidiati quali depositi ed archivi.

La centrale termica esistente risulta avere adeguata potenzialità per soddisfare il fabbisogno termico di tale impianto di climatizzazione, mentre è necessaria l'installazione di un gruppo frigorifero dedicato. Tale gruppo frigorifero e l'unità di trattamento dell'aria verranno collocati in copertura, in prossimità dell'ascensore di nuova realizzazione.

Impianti di trattamento dell'aria: Per tutte le aree di qualunque destinazione, ove è prevista la presenza di persone, saranno realizzati impianti ad aria primaria, con immissione di aria esterna opportunamente trattata nelle quantità previste dalle vigenti normative. L'emergenza Covid-19 ha evidenziato l'importanza del ricambio dell'aria in termini di riduzione del rischio di trasmissione di malattie infettive, pertanto, verranno garantiti almeno 4 vol/h di ricambio aria. Le centrali di trattamento aria, ubicate all'interno di un vano tecnologico, saranno dotate di recuperatore di calore. L'umidificazione dell'aria, nel periodo invernale, sarà ottenuta con iniezione di vapore sterile prodotto con generatori ad alimentazione elettrica con resistenze immerse. Un sistema digitale dedicato provvederà alla gestione del funzionamento delle unità di trattamento aria.

Le canalizzazioni d'aria saranno conformi a disposizioni vigenti secondo DMI 31/03/2003 "Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione".

Impianto idrico sanitario: l'alimentazione idrica dell'edificio sarà collegata alla rete di distribuzione idrica del presidio.

Impianto idrico antincendio: l'alimentazione idrica antincendio dell'edificio sarà collegata alla rete di distribuzione idrica antincendio del presidio.

Impianto di distribuzione gas medicali: Si prevede inoltre la realizzazione di nuovi impianti di distribuzione gas medicali nel rispetto della norma UNI EN ISO 7396 per ossigeno e vuoto endocavitario, a partire dalle centrali e con la previsione di una presa O2 e V per ogni posto letto. Stanti i consumi stimabili verrà realizzata una centrale di decompressione ossigeno in bombole.

Rumorosità: la progettazione terrà conto delle prescrizioni delle Norme UNI 5104. I ventilatori saranno scelti in modo che la rumorosità nei locali non superi i livelli massimi da normativa, in assenza di altre sorgenti. Il rumore prodotto da tutte le sorgenti sonore derivanti da postazioni fisse quali pompe, UTA, etc. sarà mantenuto nei limiti di comfort acustico rispetto all'esterno (ed all'interno) come prescritto dal DPCM 14.11.97, e da eventuali regolamenti locali integrativi.

Impianti Elettrici

Gli impianti elettrici nei locali medici saranno realizzati nel rispetto della norma CEI 64-8/7, in particolare gli ambulatori e le camere di degenza verranno realizzati secondo le indicazioni per i

locali medici di gruppo 1. La rete di distribuzione prevedrà il quadro generale di piano e centraline di locale.

L'illuminazione ordinaria e di emergenza sarà realizzata con corpi illuminanti a LED nel rispetto della norma UNI EN 12464-1/2011.

La presente relazione si prefigge lo scopo di indicare gli elementi utili ad individuare i luoghi di installazione con le caratteristiche principali ed i vincoli di maggiore rilievo, l'impiantistica elettrica e speciale che dovrà essere prevista nell'ambito della progettazione della struttura.

In particolare, i criteri ispiratori sono:

- I locali medici, ambulatori generici e degenze, sono classificati secondo CEI 64-8 sono di gruppo 1; tutti gli altri locali saranno di gruppo 0 o ordinario.
- la rete elettrica sarà derivata da quella di distribuzione principale del presidio;
- Il gruppo elettrogeno esistente risulta adeguato per servire le utenze dell'Ospedale di Comunità, risulta altresì adeguata la potenza della cabina MT , pur considerando i nuovi carichi legati all'installazione di un'unità di trattamento aria e di un gruppo frigorifero;
- l'adozione di apparecchiature particolarmente efficienti e a basso consumo (apparecchi illuminanti con reattore elettronico e lampade a basso consumo e a LED con sistema di gestione automatico in funzione della luce naturale e della presenza per ambulatori, degenze e uffici);
- un impianto illuminazione di sicurezza realizzato con plafoniere autoalimentate gestite da centrale per diminuire la manutenzione;
- accensione illuminazione bagni con rilevatori di presenza;
- un impianto rilevazione fumo e un impianto EVAC di diffusione sonora (fra loro collegati) e connessi al sistema di supervisione presente nel presidio;
- cablaggio strutturato per la rete dati e telefono, con parti attive;
- impianto antintrusione e di videosorveglianza a circuito chiuso TVCC;
- impianto videocitofonico;
- supervisione degli impianti meccanici, elettrici e speciali.

Stazione di emergenza per l'alimentazione in continuità in tempo zero: l'alimentazione di parte dell'illuminazione di sicurezza (tempo 0) e di quelle utenze che per funzionalità necessitano della continuità di esercizio, verrà ottenuta con un gruppo di continuità statico. Le batterie saranno dimensionate per garantire un'autonomia di un'ora.

Impianti per la sicurezza. Data la presenza di luoghi e attività con rischio specifico ai fini della prevenzione incendi, sono previsti particolari impianti e apparecchiature per la sicurezza

alimentati sia da rete che dalle sorgenti di continuità con intervento in tempo zero al mancare della tensione di rete.

Impianto di rilevazione fumo: l'impianto di rilevazione incendio sorveglierà tutti gli ambienti e i vani del controsoffitto ispezionabile. L'impianto sarà di tipo analogico e completamente indirizzato in modo tale da individuare il locale o gruppo di locali dove si sviluppa un principio di incendio. I rilevatori puntiformi saranno dotati di doppia tecnologia (ottica e termovelocimetrica) conformi alla norma CEI EN 54-7.

D. STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

A partire dall'autorizzazione regionale all'avvio del procedimento si stimano i seguenti tempi di realizzazione, nel rispetto delle milestone previste per il finanziamento:

AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE: 3 MESI

PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER GARA E VALIDAZIONE: 6 MESI

AFFIDAMENTO E AGGIUDICAZIONE DEFINITIVA DI LAVORI: 6 MESI

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E APPROVAZIONE: 4 MESI

ESECUZIONE DELLE OPERE – 25 MESI

ATTIVAZIONE DELLA STRUTTURA – 6 MESI.

Complessivamente, per avere le opere ultimate si prevedono, dunque, circa 50 mesi dall'approvazione del finanziamento.

E. STIMA DEI COSTI

L’importo complessivo dei lavori, comprensivo degli oneri per la sicurezza e delle somme a disposizione, è stimato in circa **2.600.000,00€**. Sulla base degli schemi grafici degli interventi, si è proceduto alla definizione di un preventivo di massima, attribuendo un costo parametrico differenziato alla superficie lorda, determinato sulla base di valori attualizzati, in relazione alla tipologia di intervento da realizzare.

Si evidenzia che è stata anche valutata l’incidenza delle attrezzature e degli arredi.

Le valutazioni eseguite portano al quadro economico di seguito indicato.

QUADRO ECONOMICO	IMPORTI
A) IMPORTO LAVORI COMPRESIVI DI IVA	
Lavori, sicurezza e somme a disposizione	2.520.000
B) IMPORTI APPARECCHIATURE COMPRESIVI DI IVA	
Apparecchiature sanitarie	80.000
TOTALE COMPLESSIVO	2.600.000

COSTI PARAMETRICI		
Importo complessivo comprensivo delle app. sanitarie	€/mq	2.737
superficie lorda lavori	mq	950

F. SOSTENIBILITA’ GESTIONALE DELL’INTERVENTO

La stima dei costi di gestione viene effettuata per via parametrica con indici di costo medi delle strutture analoghe attualmente gestite. Le aree oggetto di intervento sono di rifunzionalizzazione di un’area attualmente dismessa pertanto non ci sono costi cessanti.

COSTI EMERGENTI					
MANUTENZIONE		Sup. (mq)	costo (€/mq)	totale	€ 17.480,00
	OSCO	920	19,00	€ 17.480,00	
CONSUMI		Sup. (mq)	costo (€/mq)	totale	€ 24.840,00
	OSCO	920	27,00	€ 24.840,00	
RIFIUTI, LAVANOLO, PULIZIE		Sup. (mq)	costo (€/mq)	totale	€ 62.100,00
	OSCO	920	67,50	€ 62.100,00	
APPARATI INFORMATICI ATTIVI		Sup. (mq)	costo (€/mq)	totale	€ 8.280,00
	OSCO	920	9,00	€ 8.280,00	
RISTORAZIONE			costo giornata alimentare/pasto	totale	€ 98.885,80
	degenti (n. pasti)	5840	13,42	€ 78.372,80	
	operatori (n. pasti)	3650	5,62	€ 20.513,00	
PERSONALE		numero	costo (€/n.)	totale	€ 825.520,00
	personale infermieristico	10	40.000,00	€ 400.000,00	
	personale OSS	10	32.000,00	€ 320.000,00	
	fisioterapisti	1	40.000,00	€ 40.000,00	
	personale medico (n. ore)	1456	45,00	€ 65.520,00	
totale COSTI EMERGENTI					1.037.105,80 €

I costi gestionali sopra riportati rappresentano la spesa diretta necessaria alla nuova attività. Il modello di assistenza territoriale e i relativi standard, come delineati nei documenti di indirizzo di Agenas e coerenti con quanto previsto nel PNRR, determinano inevitabilmente un incremento della spesa sanitaria per le cure territoriali; tuttavia, tale incremento va analizzato in termini di positiva ricaduta, anche di natura economica, sull’assistenza ospedaliera. La disponibilità di strutture per le cure intermedie indurrà una diminuzione dei ricoveri ospedalieri in relazione sia ai ricoveriinappropriati sia all’ospedalizzazione a lungo termine. Inoltre, sarà possibile una riduzione dell’occupazione di posti letto presso le strutture ospedaliere private accreditate

G. VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI REALIZZAZIONE MEDIANTE I CONTRATTI DI PARTENARIATO PUBBLICO PRIVATO DI CUI ALL'ARTICOLO 3, COMMA 1-EEE), DEL CODICE

Come ipotesi principale di finanziamento dell’opera si è valutato di ottenere finanziamenti statali e regionali nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

(PNRR) i quali, se concessi, consentiranno di realizzare integralmente l'opera e risultano lo strumento più opportuno anche rispetto ad un partenariato pubblico privato

H. ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE RISPETTO ALLA SOLUZIONE REALIZZATIVA INDIVIDUATA

E' stata fatta un'analisi delle possibili alternative per realizzare la nuova struttura nel territorio e all'interno del complesso del Polo sanitario attuale in esito alla quale l'area individuata è risultata quella maggiormente idonea, in relazione alla posizione, estensione, fruibilità e possibilità di collegamento ai servizi territoriali esistenti.

Dall'analisi del contesto territoriale non è possibile reperire alcuna area, in zona limitrofa all'attuale Polo sanitario e che possa relazionarsi con esso, idonea ad ospitare un nuovo OdC.

Analogamente, all'interno dell'area di pertinenza del Polo non è disponibile una superficie libera adeguata per poter realizzare tale nuova costruzione.

Doi contro, l'utilizzo dell'area dismessa posta al piano primo dell'edificio secondario, in diretta comunicazione con gli spazi del Presidio esistente, invece, permette di accorpate in una unica struttura sia i servizi della Casa della Comunità sia le funzioni dell'Ospedale di Comunità, favorendo l'instaurazione di sinergie e collaborazioni tra i due servizi che garantiranno in futuro un miglior servizio e qualità dell'assistenza per l'utenza.

Inoltre la soluzione adottata permette di limitare il consumo del suolo e di recuperare parte del patrimonio esistente, attualmente in disuso.

Infine, i costi risultano paragonabili se non inferiori alla realizzazione di una nuova costruzione.

I. PROCEDURE E VINCOLI PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Il presente studio di fattibilità contiene le analisi dei fabbisogni, gli obiettivi da perseguire e tutti gli elementi essenziali che consentono di procedere allo sviluppo ed elaborazione progettuale delle fasi successive.

Considerati:

- i tempi tassativamente previsti per l'attivazione delle strutture finanziate con i fondi del PNRR (nel cui novero rientra anche la fattispecie in oggetto),

- la complessità della procedura che contraddistingue la realizzazione delle opere pubbliche e dei relativi affidamenti,

valutato altresì che il nuovo fabbricato non contiene elementi di particolare complessità,

si è ritenuto opportuno - ai sensi dell'art.23 comma 4 secondo capoverso del D.Lgs.n.50/2016 s.m.i. - prevedere come fase successiva alla redazione del presente studio lo sviluppo del progetto definitivo; tale progetto conterrà anche gli elementi previsti per il livello omesso (progettazione di fattibilità tecnico-economica), salvaguardando la qualità della progettazione.

Per la realizzazione dell'intervento si procederà pertanto con i seguenti "step" nel rispetto delle "milestones" fissate dal PNRR:

- Progettazione definitiva (da porre a base della procedura di affidamento dei lavori) da redigere verificare e validare entro il 31.12.2022;
- Ultimazione dei lavori entro 31.12.2025

INDICE

OSPEDALE DI COMUNITA’ DI SAN PIETRO IN CASALE 1

INQUADRAMENTO NORMATIVO 1

PREMESSA 1

CARATTERISTICHE FUNZIONALI, TECNICHE, GESTIONALI, ECONOMICO FINANZIARIE DEI LAVORI DA REALIZZARE 1

A. RELAZIONE DICOMMITENZA, REQUISITI FUNZIONALI..... 1

A1. Introduzione 1

A2. Il contesto sociodemografico di riferimento 2

A3. Relazione di committenza 2

A4. Servizi e Personale..... 3

B. VERIFICA URBANISTICA..... 3

B1. Localizzazione dell’intervento 3

B2. Dati di sintesi per la verifica urbanistica 3

B3. Descrizione dei requisiti principali dell’opera in ambito di sostenibilità ambientale e di compatibilità paesaggistica. collegamenti con il contesto, inriferimento alla verifica dei vincoli ambientali – storici – archeologici – paesaggistici interferenti sulle aree. 6

C. ORGANIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEL PROGETTO 6

C1. STATO DI FATTO 6

C2.Progetto 8

D. STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE 10

E. STIMA DEI COSTI..... 11

F. SOSTENIBILITA’ GESTIONALE DELL’INTERVENTO 11

G. VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI REALIZZAZIONE MEDIANTE I CONTRATTI DI PARTENARIATO PUBBLICO PRIVATO DI CUI ALL'ARTICOLO 3, COMMA 1-EEE), DEL CODICE..... 11

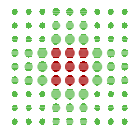
H. ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE RISPETTO ALLA SOLUZIONE REALIZZATIVA INDIVIDUATA 12

I. PROCEDURE E VINCOLI PER LA REALIZZAZIONE DELL’INTERVENTO..... 12

ALLEGATO 1: SCHEMI GRAFICI

ALLEGATO 2: PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO STATICO E MIGLIORAMENTO SISMICO

ALLEGATO 1 - SCHEMI GRAFICI



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna
Dipartimento Tecnico Patrimoniale

Istituto delle Scienze Neurologiche
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

STATO DI FATTO
PLANIMETRIA ESTERNA
Scala 1:200





Istituto delle Scienze Neurologiche
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

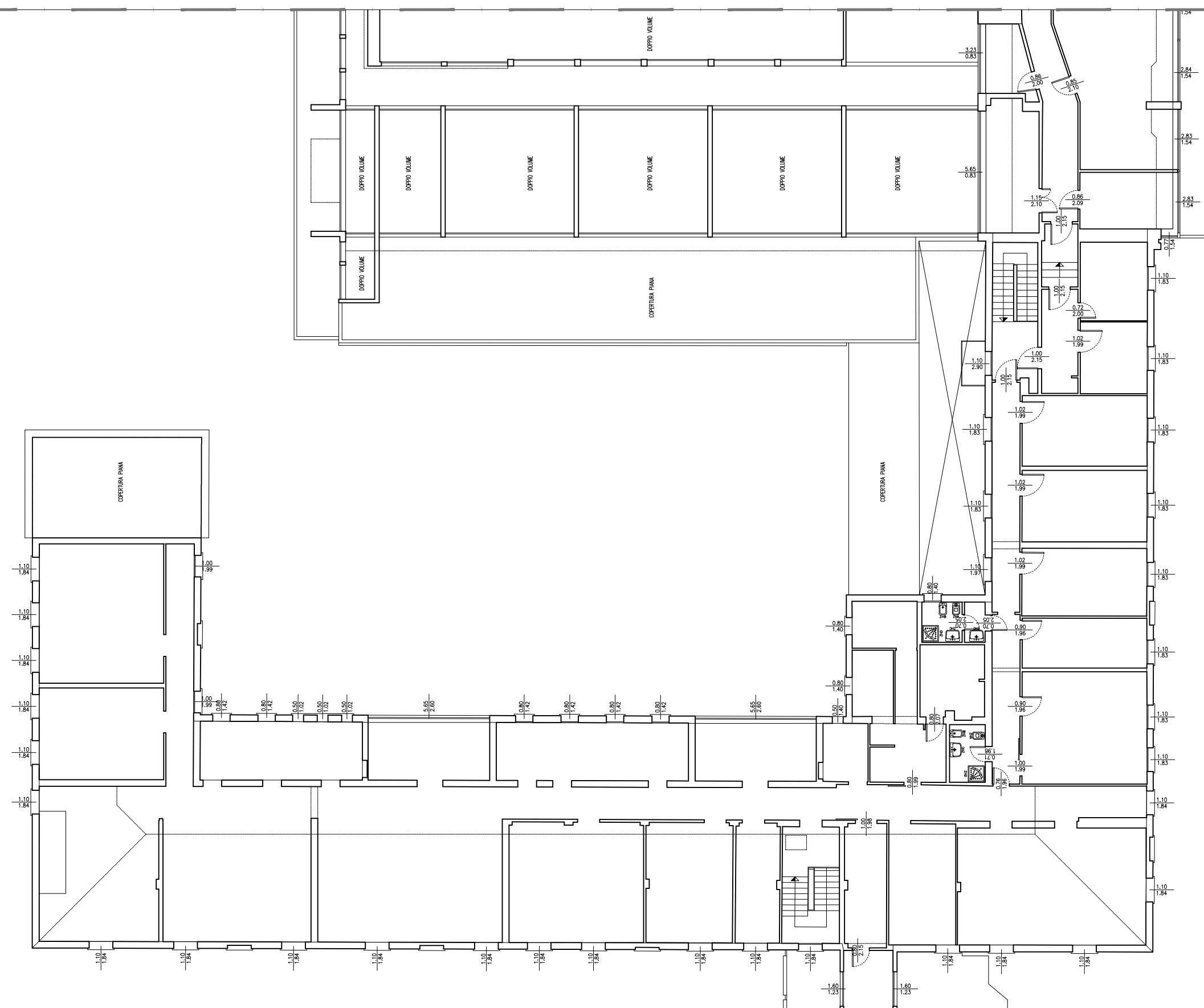
STATO DI FATTO
PIANO TERRA
Scala 1:200

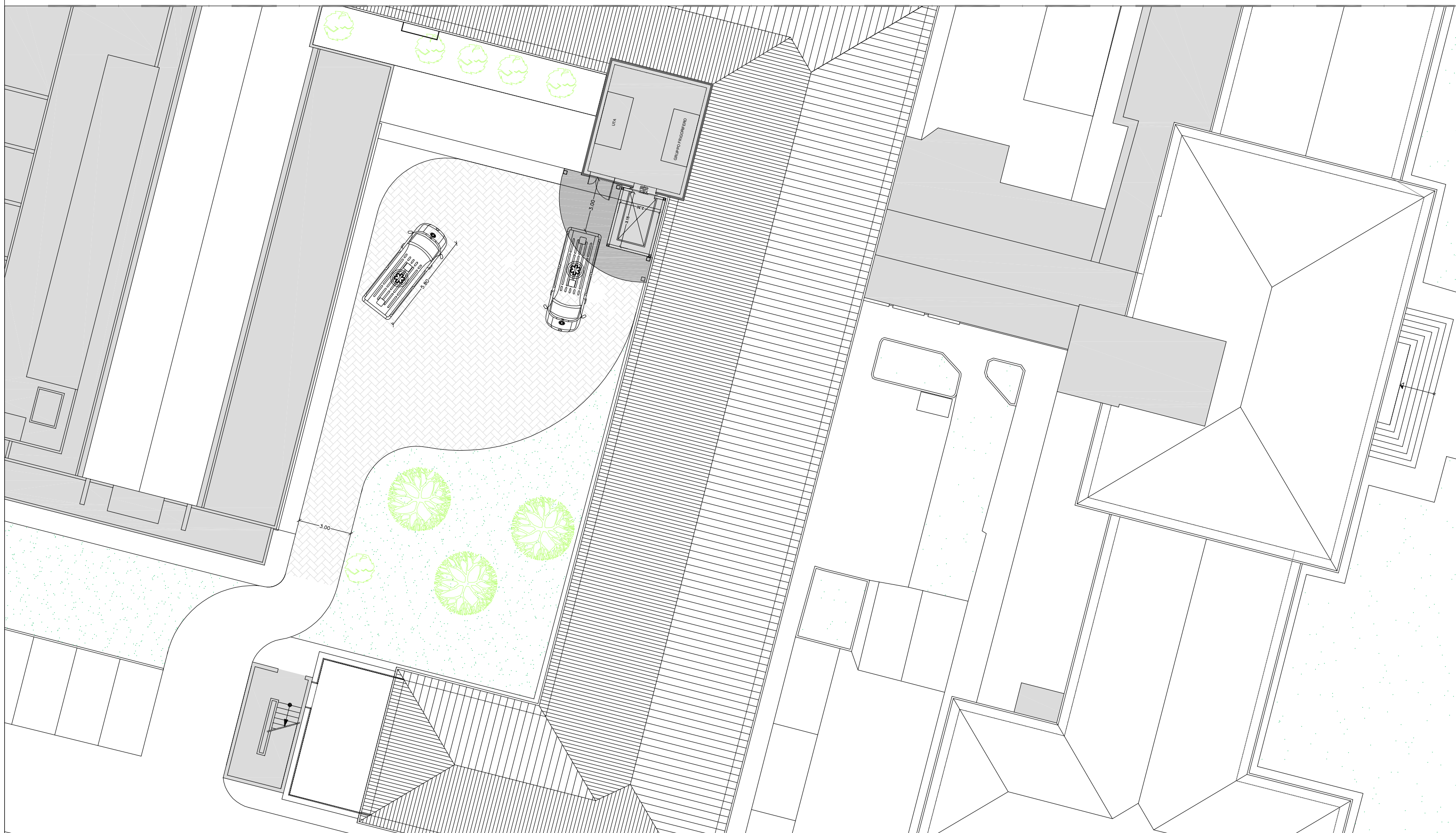


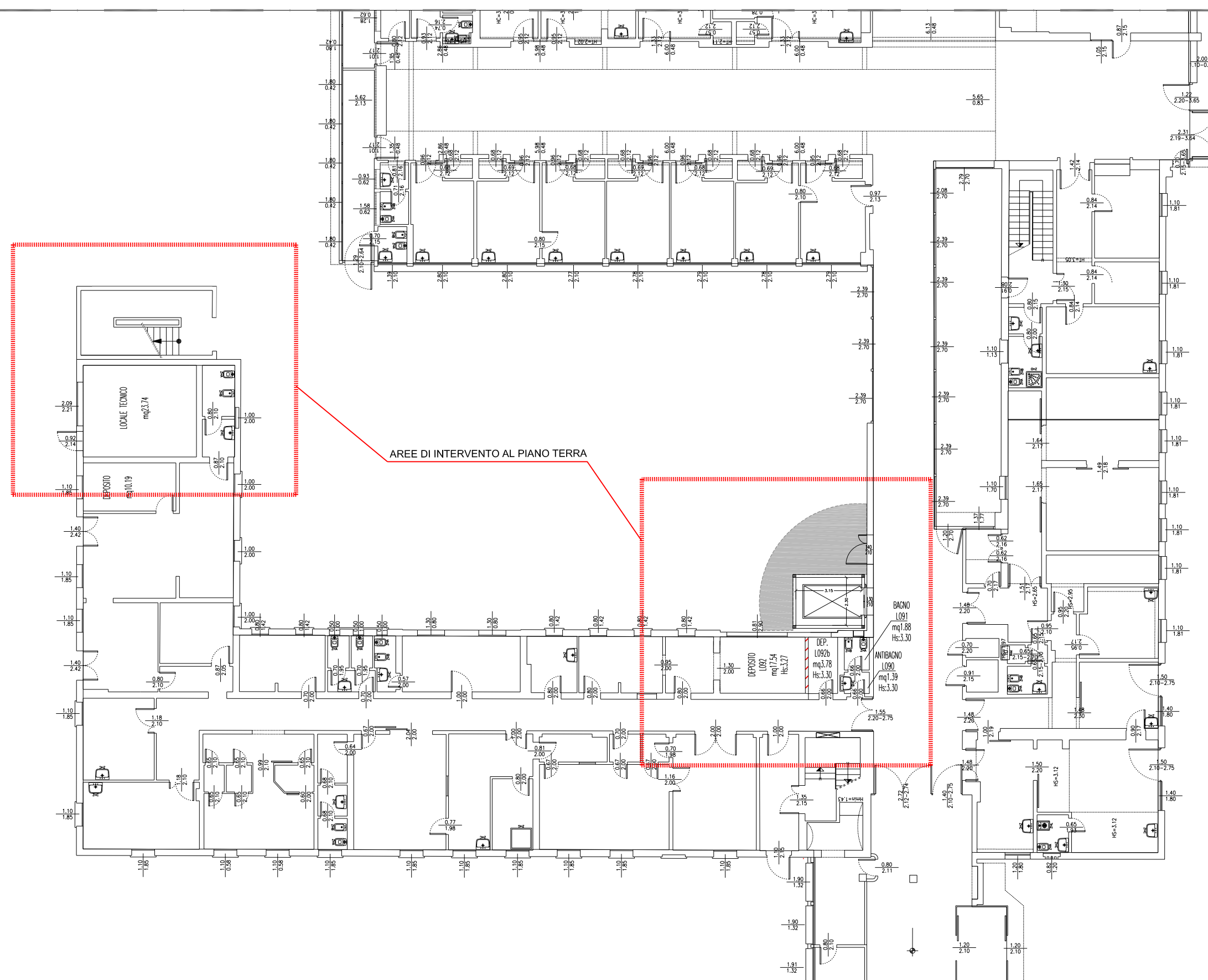


Istituto delle Scienze Neurologiche
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

STATO DI FATTO
PIANO PRIMO
Scala 1:200



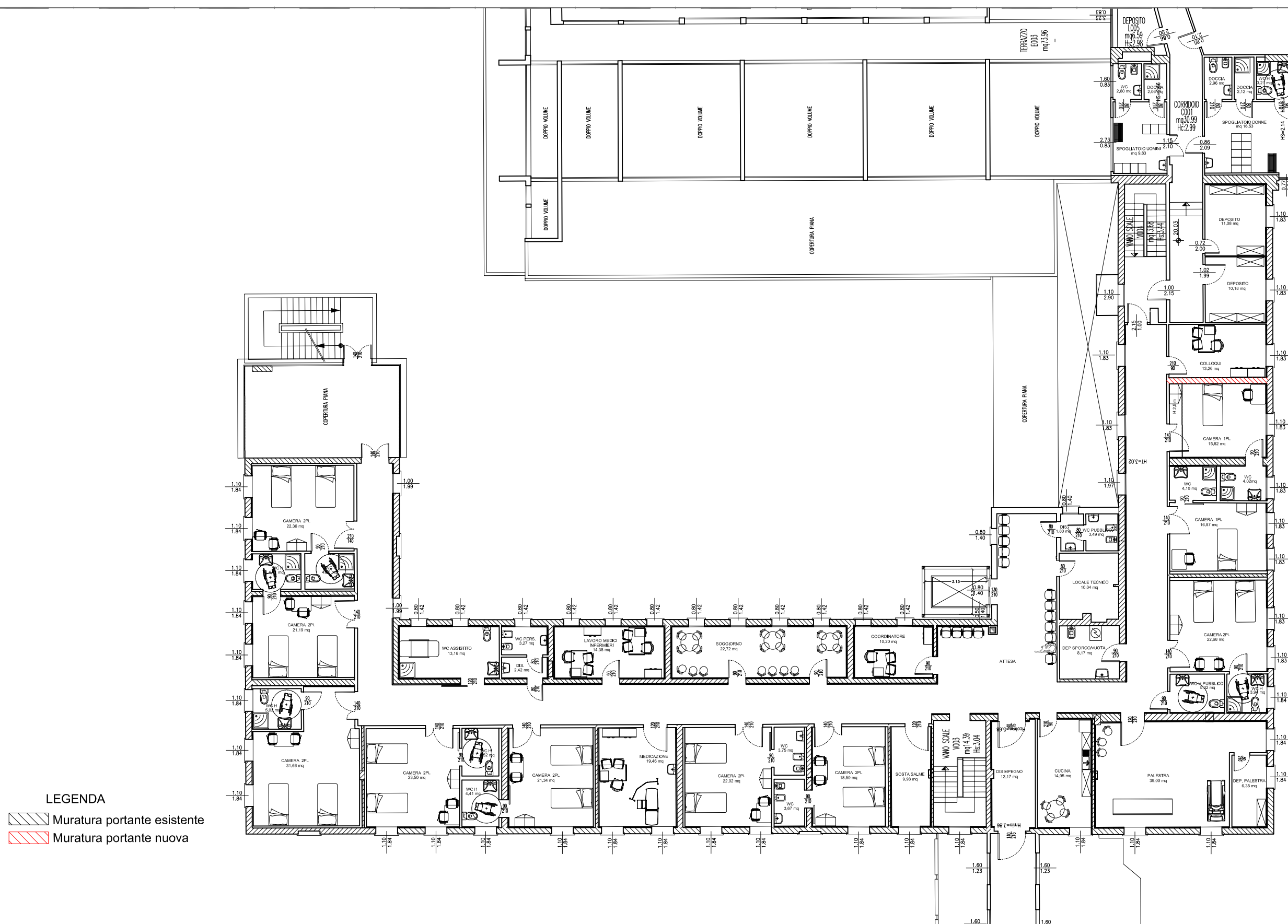






Istituto delle Scienze Neurologiche
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

PROGETTO
PIANO PRIMO
Scala 1:200



ALLEGATO 2 – RELAZIONE PROGETTO STRUTTURALE

Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Via Ghiselli n. 6 - 40134 Bologna
friedrich.drollmann@me.com

PROVINCIA DI BOLOGNA

COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE

PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO STATICO E MIGLIORAMENTO SISMICO DEL POLIAMBULATORIO DI SAN PIETRO IN CASALE VIA ASIA N. 61 – SAN PIETRO IN CASALE (BO)

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA

Il tecnico incaricato:

Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Via Ghiselli n. 6 – 40134 Bologna

I collaboratori:

Prof. Ing. Giada Gasparini



Bologna, 14 dicembre 2021

INDICE

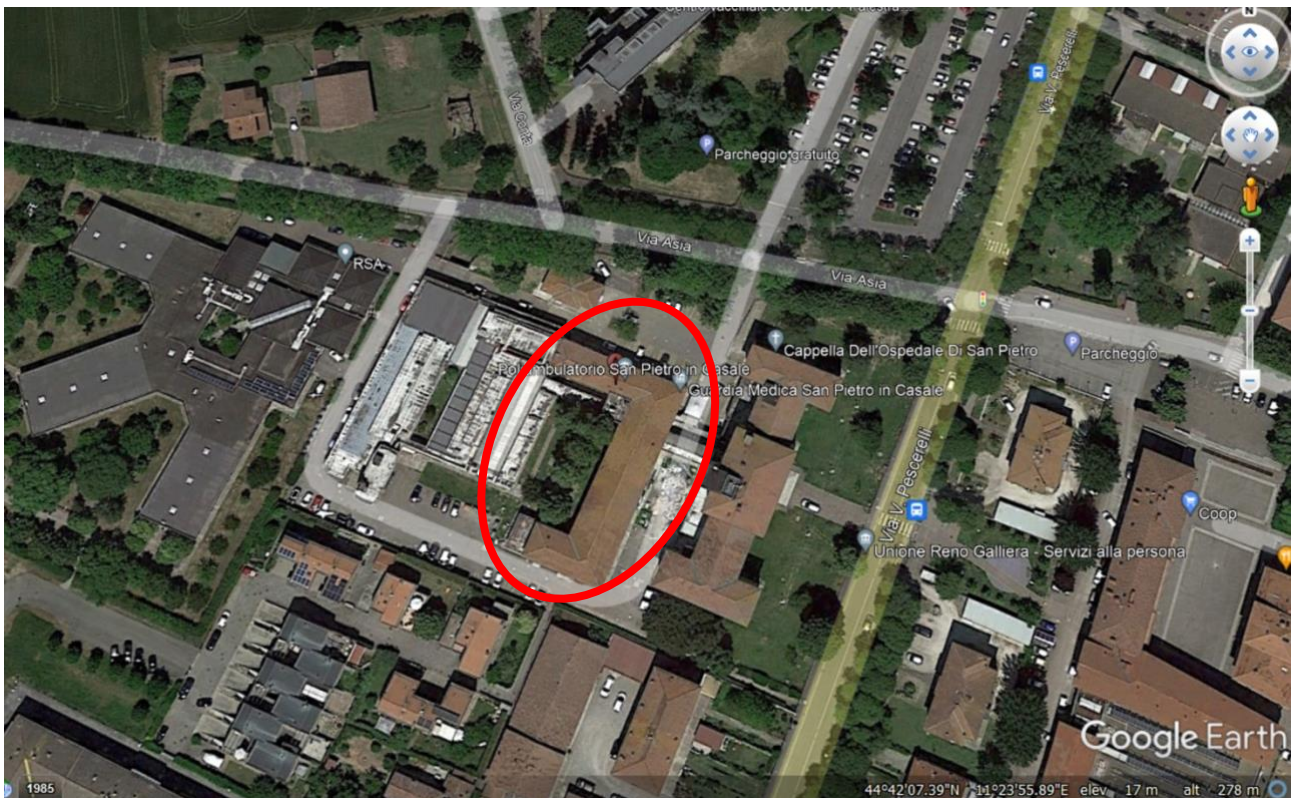
1.	PREMESSA.....	3
2.	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	5
2.2.1	Norme di riferimento cogenti.....	5
2.2.2	Altre norme e documenti tecnici integrativi	5
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA – STATO DI FATTO E INTERVENTI PROPOSTI.....	6
3.1	Documentazione esaminata.....	6
3.2	Tipologia strutturale – stato di fatto	6
3.3	Descrizione degli interventi di consolidamento statico e miglioramento sismico	9
4.	RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE.....	10
4.1	Analisi storico-critica	10
4.2	Caratterizzazione geomorfologica del sito.....	13
4.3	Livelli di conoscenza utilizzati nelle analisi sismiche e statiche	14
5.	CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA	15
5.1	Gli approcci ed i modelli per la valutazione della sicurezza.....	16
5.2	Metodologia di valutazione della risposta sismica globale.....	17
6.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' RESISTENTE.....	18
6.1	Materiali esistenti	18
6.2	Materiali utilizzati per gli interventi di riparazione / miglioramento proposti	19
7.	ANALISI DEI CARICHI	20
8.	LA PERICOLOSITA' SISMICA E GLI SPETTRI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI NELLE ANALISI.....	21
9.	COMBINAZIONI DELL'AZIONE SISMICA CON I CARICHI STATICI	24
10.	LA MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA	26
10.1	Metodo di analisi strutturale effettuata e criteri di verifica.....	26
10.2	I modelli FEM utilizzati per le analisi di vulnerabilità sismica (accelerazione di primo danneggiamento e accelerazione di collasso)	26
10.2.1	Poliambulatorio – stato di fatto: risultati dell'analisi modale	28
10.2.2	Poliambulatorio – progetto: risultati dell'analisi modale.....	33

11.	STATO DI FATTO: CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI SICUREZZA.....	38
11.1	Pareti in muratura – SLV	38
11.2	Pressione di contatto fondazione/terreno – SLV.....	40
11.3	Verifiche di deformabilità SLD	41
11.3.1	Spostamento di interpiano in direzione x.....	41
11.3.2	Spostamento di interpiano in direzione y.....	42
11.4	STATO DI FATTO: Vulnerabilità globale – indici di rischio SLV	43
12.	PROGETTO: CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI SICUREZZA.....	45
12.1	Pareti in muratura – verifica SLV	46
12.2	Pressione di contatto fondazione/terreno – verifica SLV	48
12.3	Verifiche di deformabilità SLD	49
12.3.1	Spostamento di interpiano in direzione x.....	49
12.3.2	Spostamento di interpiano in direzione y.....	50
12.4	PROGETTO: Vulnerabilità globale – indici di rischio SLV	51
13.	CONCLUSIONI	53
13.1	Stato di fatto	53
13.2	Stato di Progetto.....	53
13.3	Osservazioni finali	54

1. PREMESSA

Formano oggetto della presente relazione tecnica i principali calcoli (studio di fattibilità tecnica) svolti per le verifiche tecniche dei livelli di sicurezza strutturale a seguito della messa in opera di un **intervento di consolidamento strutturale e contestuale miglioramento sismico del Poliambulatorio di San Pietro in Casale (Bologna)**. Si riportano le principali verifiche di sicurezza della struttura allo stato di fatto e a seguito dell'intervento di miglioramento ipotizzato e progettato. I livelli di sicurezza saranno espressi in termini di accelerazioni e periodi di ritorno a correlati a determinati e specifici stati limite di verifica.

La foto seguente tratta da Google Earth illustra la posizione del Poliambulatorio di San Pietro in Casale:



Vista aerea - Google Earth (Poliambulatorio in rosso)

Il Poliambulatorio di San Pietro in Casale (di cui la planimetria è riportata nella figura seguente) è situato nel comune di San Pietro in Casale, per cui, secondo la classificazione sismica allegata alla OPCM 3277 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* è in zona 3.



Poliambulatorio (struttura con pianta a C) - planimetria

La valutazione della sicurezza ed il progetto degli interventi per gli edifici esistenti sono affetti da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova progettazione. Ciò comporta l'utilizzo di adeguati fattori di confidenza nelle verifiche di sicurezza e nei metodi di analisi dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità delle informazioni disponibili.

Tenuto conto dei contenuti della documentazione messa a disposizione degli scriventi dalla Committenza, dei sopralluoghi e delle indagini visive svolte sui materiali, si propone l'adozione del livello di conoscenza LC1 (Conoscenza Limitata), che porta all'utilizzo nei calcoli di un Fattore di Confidenza FC = 1,35.

La geometria della struttura e i dettagli strutturali sono noti in base al rilievo architettonico messo a disposizione della committenza.

2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni sono effettuate sulla base delle seguenti normative:

2.2.1 Norme di riferimento cogenti

L'analisi effettuata e il dimensionamento della struttura del parcheggio interrato è stato sviluppato nel rispetto delle normative elencate:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Legge 5/11/71 n. 1086 | - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche. |
| D.M. 17/01/2018 | - Norme Tecniche per le Costruzioni |
| OPCM 3274 del
20/03/2003 | - Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" e s.m.i. |

2.2.2 Altre norme e documenti tecnici integrativi

Documenti tecnici di riferimento:

- | | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Circ. Cons. Sup. LL. PP. n.
7 del 21/01/2019 | - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018 |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA – STATO DI FATTO E INTERVENTI PROPOSTI

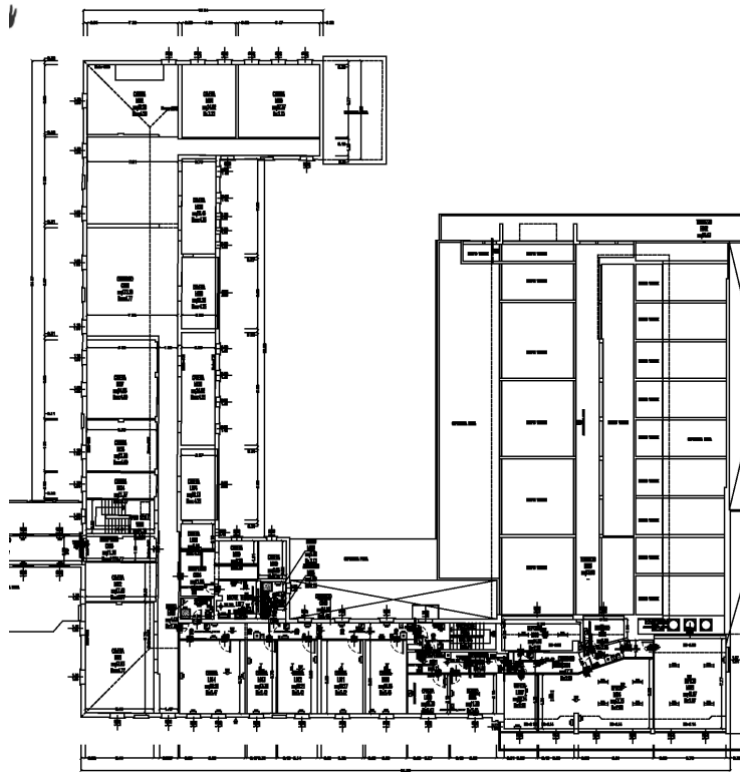
3.1 Documentazione esaminata

La Committente ha messo a disposizione per la consultazione la seguente documentazione tecnica inerente la progettazione del complesso ospedaliero:

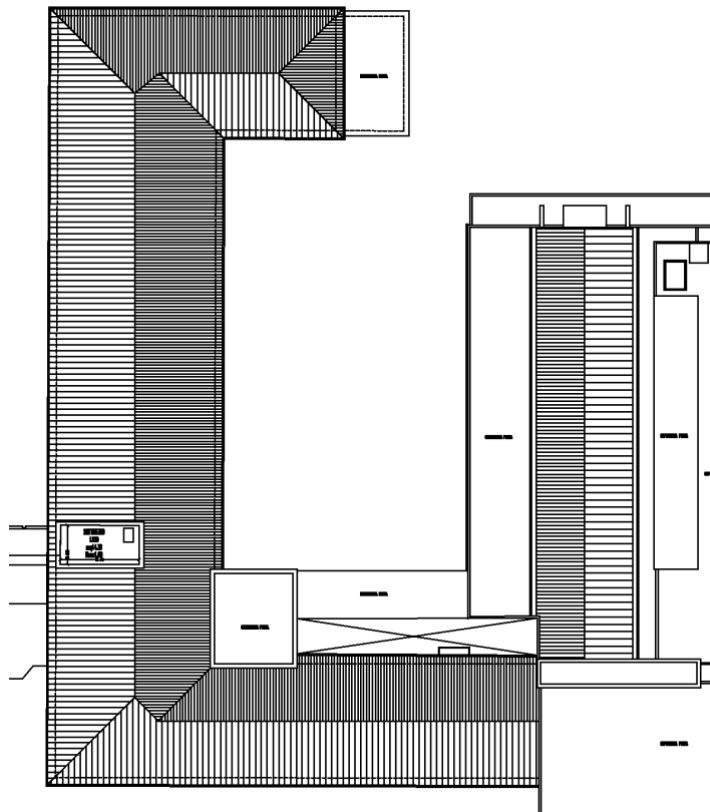
- Rilievo geometrico e architettonico del Poliambulatorio
- Relazione geologica e sismica per la valutazione della vulnerabilità sismica della RSA Virginia Grandi ubicata in Via Asia n. 177 a firma del dott. geol. Riccardo Degli Esposti iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna al n. 566, recante data novembre 2015

3.2 Tipologia strutturale – stato di fatto

Il fabbricato che ospita il Poliambulatorio dell'Ospedale di San Pietro in Casale è costituito da due piani fuori terra (piano terra e piano primo), ed ha pianta a C, di lati pari a 27,5m e 33,5m nei lati corti e 50m nel lato lungo. La tipologia strutturale portante dell'edificio è a setti verticali in muratura, con sistema di fondazione presumibilmente realizzato con ringrosso delle pareti murarie in calcestruzzo. Gli orizzontamenti sono solai in latero-cemento (sia il piano primo che la copertura). Di seguito si riportano le planimetrie architettoniche messe a disposizione dalla committenza.

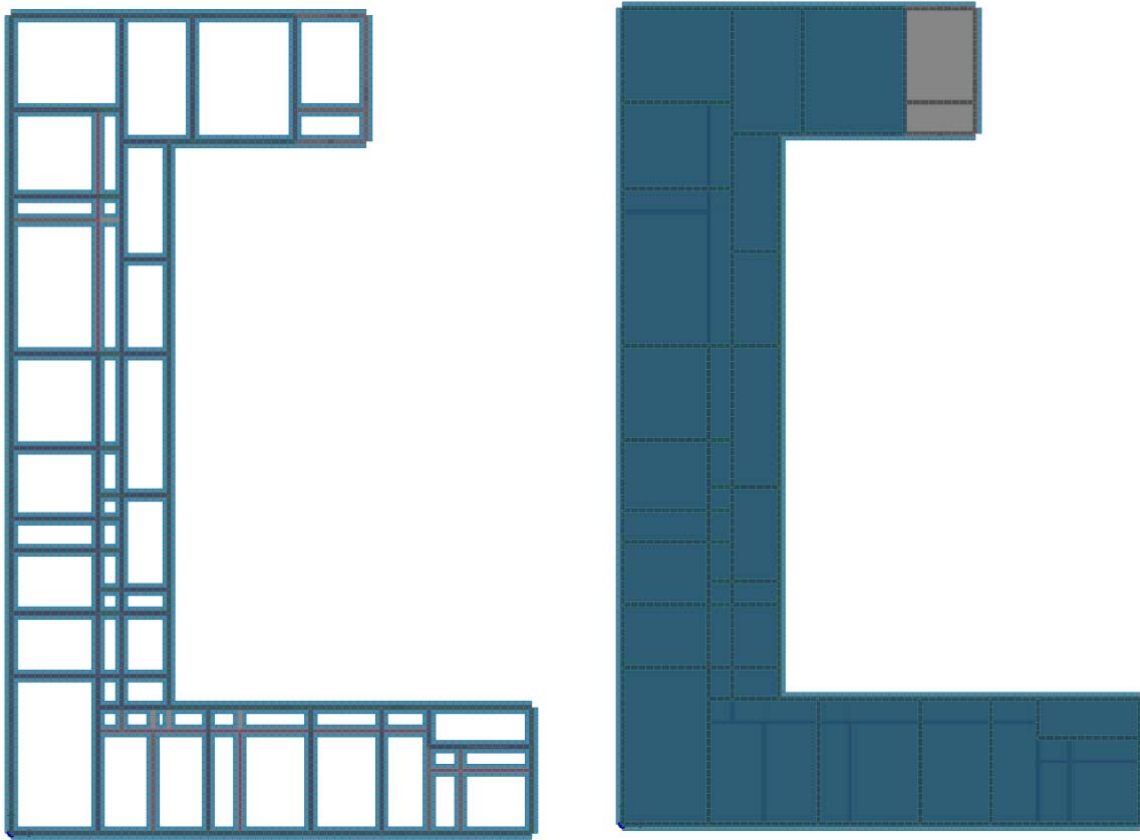


Pianta piano primo



Pianta copertura

Le figure seguenti illustrano in pianta i modelli computazionali FEM utilizzati per le analisi:



Pianta modello FEM Poliambulatorio

L'edificio è costituito da una struttura a pareti portanti in muratura con mattoni pieni e malta di calce. Le murature portanti interne sono di spessore variabile da 15cm a 30cm, mentre quelle esterne sono tutte di spessore 30cm. Le murature di spina al piano primo sono foderate con un laterizio da 15cm per permettere il passaggio di impianti.

Il solaio del piano primo è in latero-cemento rasato ovvero privo di soletta in c.a. collaborante, mentre il solaio di copertura (più recente rispetto a quello del P1) è a travetti tipo bausta e pignatte con soletta collaborante di spessore 3cm. Il solaio di copertura si poggia sia sulle murature portanti che su una struttura metallica costituita da travi e capriate.

In alcune porzioni del piano primo è presente un controsoffitto/sottotetto in travetti e tavelle in laterizio non calpestabile (ovvero a rischio sfondellamento delle tavelle) e non portante.

3.3 Descrizione degli interventi di consolidamento statico e miglioramento sismico

L'intervento di miglioramento globale è progettato al fine di consolidare staticamente l'edificio e di aumentarne il suo grado di sicurezza nei confronti delle azioni del sisma.

Si provvederà anche a riorganizzare gli spazi interni al piano primo modificando alcuni setti portanti e i tramezzi non strutturali (i nuovi tramezzi saranno realizzati in cartongesso per ridurre il carico sul solai e calare la massa sismica). Tutte le murature portanti interne saranno consolidate con getto di betoncino armato su entrambe le facce così come sarà realizzata una soletta in c.a. collaborante su tutto il solaio di piano primo. Così facendo sarà garantita una omogenea distribuzione delle rigidezze e saranno eliminate le vulnerabilità locali.

Quanto sopra è descritto nelle seguenti macro voci:

- placcaggio con betoncino armato in cls di spessore minimo 4cm su entrambe le facce delle pareti in muratura esistenti all'interno dell'edificio (longitudinali e trasversali) a piano primo;
- consolidamento del solaio esistente in latero-cemento (di piano primo) mediante realizzazione di soletta collaborante in c.a. di spessore minimo 5cm, al fine di ottenere piani rigidi (fondamentali per la ripartizione delle azioni del sisma sulle murature): il piano di copertura è già dotato di soletta collaborante;
- eliminazione di una porzione di parete portante interna di spessore 15cm fra piano primo/copertura ed inserimento di travi metalliche per il sostegno del colmo

Per la risoluzione delle criticità locali verranno eseguite anche le seguenti lavorazioni:

- cerchiature ed architravature di aperture esistenti nelle pareti portanti non oggetto di placcaggio
- realizzazione di giunti strutturali sismici nei confronti degli edifici limitrofi: passarella verso il corpo storico e nuovo corpo in c.a. del poliambulatorio
- eliminazione di giunto ($s=2\text{cm}$) intermedio e solidarizzazione dei due corpi con intervento di collegamento della soletta di P1 e di copertura
- collegamento fra gli elementi metallici (travi e capriate) posti a sostegno del solaio di copertura e il solaio stesso e le pareti portanti

4. RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE

Per una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione si ricostruisce il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dalla struttura del fabbricato, nonché gli eventi che ne hanno interessato l'edificio. La ricostruzione della storia del complesso consente anche di verificare quanti e quali terremoti esso abbia subito in passato. Questa sorta di valutazione sperimentale della vulnerabilità sismica dell'edificio rispetto ai terremoti passati è di notevole utilità, perché consente di valutarne il funzionamento e la risposta strutturale a terremoti realmente avvenuti.

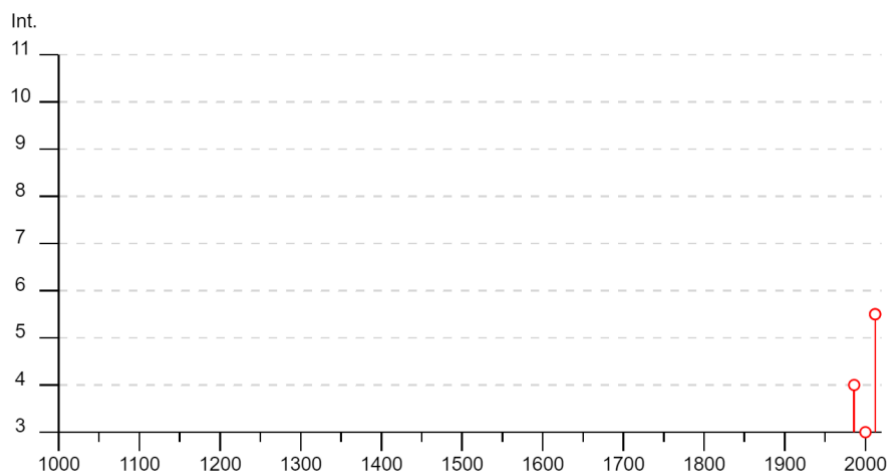
4.1 Analisi storico-critica

Nel sito <http://www.ingv.it> (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) è possibile scaricare il catalogo parametrico dei terremoti italiani al di sopra della soglia del danno (Catalogo CPTI15) dall'anno 217 a.C. all'anno 2014. A seguito dei terremoti sotto elencati l'Ospedale non ha riportato danni visibili o apprezzabili.

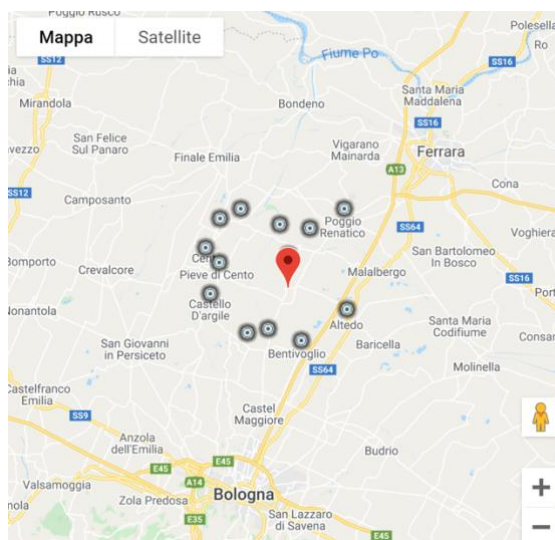
Dal Catalogo CPTI15 per la zona di San Pietro in Casale si ricavano i seguenti sismi. Il grafico rappresenta il diagramma della storia sismica della località limitatamente ai valori con intensità $I_s (x10) > 30$, mentre la tabella riporta tutti i terremoti registrati nella zona di San Pietro in Casale dall'anno 217 a.C. all'anno 2020.

San Pietro in Casale

PlaceID	IT_40239
Coordinates (lat, lon)	44.701, 11.405
Municipality (ISTAT 2015)	San Pietro in Casale
Province	Bologna
Region	Emilia-Romagna
No. of reported earthquakes	7



Dal Catalogo CPTI15 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiano 2015) e DBMI15 (DataBase Macrosismico Italiano 2015) si rilevano per la zona di San Pietro in Casale (BO) si ricavano i seguenti eventi sismici.



Place name	EQs	Distance (km)
Sant'Alberto	2	2
San Venanzio	1	6
Galliera	8	6
San Giorgio di Piano	16	7
Bentivoglio	10	8
Alteto	3	8
Pieve di Cento	6	8
Argelato	2	8
Castello d'Argile	8	9
Dosso	2	9
Poggio Renatico	13	10
Cento	52	10
Corpo Reno	2	10

Al fine di meglio comprendere i dati delle tabelle e dei diagrammi, si riporta la guida per la loro consultazione, così come riportata nel sito.

La consultazione "per località", permette di visionare la storia sismica delle località italiane presenti almeno tre volte in DBMI15 (5325 località in totale). Al click sulla località prescelta comparirà nel frame in alto a destra l'elenco dei terremoti in cui è citata. La tabella della storia sismica è ordinata per a) intensità al sito e per b) anno. L'area in basso a destra è dedicata al diagramma della storia sismica limitatamente ai terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4/5.

4.2 Caratterizzazione geomorfologica del sito

Le indagini sismiche sul suolo di fondazione sono riportate all'interno della "Relazione geologica e sismica per la valutazione della vulnerabilità sismica della RSA Virginia Grandi ubicata in Via Asia n. 177" a firma del dott. geol. Riccardo Degli Esposti iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna al n. 566, recante data novembre 2015.

I risultati sono riportati nel seguito:

- terreno di tipo D

6. PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO INDAGATO

Il territorio del Comune di S. Pietro in Casale è catalogato in "**Zona 3**" nella "*Classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia – Romagna*".

Per la determinazione della categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2008, in data 10/11/2015 è stata eseguita, nell'area cortiliva della struttura in esame, una misura del rumore sismico ambientale tramite tromografo digitale con il metodo HVSr ("*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*"), basato sull'analisi dei rapporti di ampiezza spettrale (si veda l'all. 3).

Sulla base dei risultati di tale indagine geognostica è possibile assegnare ai terreni indagati la categoria di sottosuolo "**D**" ($V_{s30} = 175$ m/s).

- occorrono indagini più specifiche per escludere il fenomeno della liquefazione:

4.3 Livelli di conoscenza utilizzati nelle analisi sismiche e statiche

Tenuto conto della fondamentale importanza che, nello studio delle costruzioni esistenti, riveste la conoscenza delle strutture medesime (con particolare riferimento alla loro geometria, ai particolari costruttivi ed alle caratteristiche dei materiali impiegati per la costruzione), le norme definiscono ed impongono l'utilizzo nelle analisi dei così detti Fattori di Confidenza (DM18 punto 8.5.4, Circ. C7 paragrafo 8.5.2) mediante i quali, nella sostanza, si riducono i valori medi di resistenza dei materiali e si ricavano i valori da adottare in sede di esecuzione delle verifiche. Il valore che, volta per volta, deve essere adottato per detti Fattori di Confidenza discende strettamente dal Livello di Conoscenza conseguito nelle indagini.

Sulla base della documentazione in possesso della Committenza, a valle delle indagini effettuate per l'ottenimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati, per le analisi sismiche si considerano i seguenti Livelli di Conoscenza delle strutture:

Identificazione edificio	Livello di Conoscenza	Fattore di Confidenza
Poliambulatorio	LC1	FC = 1,35

5. CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

Le analisi di vulnerabilità sismica coinvolgono la stima del comportamento sismico della costruzione nelle sue molteplici parti (strutturali e non) sotto una molteplicità di azioni sismiche (di diversa intensità). Per quanto riguarda la così detta “modellazione” della costruzione (rappresentazione semplificata della realtà attraverso uno strumento/analitico numerico di tipo predittivo) si sono adottati differenti “modelli” a seconda degli “stati limite” e delle membrature considerati. Le analisi di vulnerabilità sismica presentano i livelli di accelerazione sismica che attivano i diversi stati limite per le diverse componenti analizzate e individuano le principali fonti di criticità nei confronti del comportamento sismico della costruzione in esame, oltre che ad individuare le soglie di accelerazione che globalmente attivano i diversi stati limite per i vari corpi del complesso analizzato. La valutazione della sicurezza alle azioni sismiche e le relative verifiche sono fornite in termini di accelerazione al suolo e di periodo di ritorno in grado di attivare un dato meccanismo di danneggiamento/collasso.

L’obiettivo delle verifiche è la definizione di differenti livelli di accelerazione al suolo, corrispondenti allo SLO ($a_g(SLO)_d$), SLD ($a_g(SLD)_d$), SLV ($a_g(SLV)_d$), SLC ($a_g(SLC)$), eventuale, qualora si ritenesse necessario a valle delle analisi allo SLV), e dei loro rapporti con le accelerazioni attese al suolo con la probabilità di accadimento dell’81% (SLO), 63% (SLD), 10% (SLV) e 5% (SLC) nel periodo di riferimento. Si identificheranno quindi differenti indicatori di rischio di collasso ($\alpha_u = a_g(SLV)_d / a_g(SLV)_{10\%}$ oppure $\alpha_u = a_g(SLC)_d / a_g(SLC)_{5\%}$) e di inagibilità ($\alpha_e = a_g(SLO)_d / a_g(SLO)_{81\%}$, $\alpha_e = a_g(SLD)_d / a_g(SLD)_{63\%}$).

Valori prossimi o superiori all’unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme, mentre valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.

Poiché l’edificio è in muratura portante, la valutazione della sicurezza (DM 17/01/18 capitolo 8.3) è stata eseguita con riferimento allo Stato Limite Ultimo (in particolare alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV), allo Stato Limite di Danno (SLD).

Come riportato nella CM7, per quanto riguarda lo SLV, nel caso di elementi/meccanismi duttili gli effetti da considerare sono quelli derivanti dall’analisi strutturale, mentre nel caso di elementi/meccanismi fragili gli effetti derivanti dall’analisi strutturale possono venire modificati. Le capacità sono definite in termini di “deformazioni di danno” per gli elementi/meccanismi duttili, di “deformazioni ultime” e di resistenze prudenzialmente ridotte per gli elementi/meccanismi fragili.

Nel caso in esame di verifica con l'impiego del fattore q , la resistenza degli elementi è stata calcolata come per le situazioni non sismiche.

Per quanto riguarda lo SLD in mancanza di più specifiche valutazioni sono stati utilizzati (così come consigliato dalla normativa) i valori limite di spostamento di interpiano validi per gli edifici nuovi.

5.1 Gli approcci ed i modelli per la valutazione della sicurezza

Gli strumenti analitici e predittivi a disposizione dell'ingegneria per la moderna valutazione del comportamento statico, dinamico e sismico delle costruzioni fanno sì che non si possa prescindere da una analisi strutturale da svilupparsi con riferimento a tali strumenti. Pertanto al fine di valutare la sicurezza sismica delle costruzioni in esame si ritiene opportuno sviluppare le analisi secondo due approcci differenziati:

- sviluppo di una analisi strutturale mediante l'utilizzo di modellazioni numeriche agli elementi finiti (utilizzando il software di calcolo computazionale PROSAP).

Per eseguire le analisi di sicurezza degli elementi di cui sopra si è fatto ricorso a diverse modalità di rappresentazione schematica del comportamento delle costruzioni (modelli), che sono stati sviluppati a diversi livelli di dettaglio. Le analisi di vulnerabilità comprendono, pertanto, lo sviluppo di una molteplicità di rappresentazioni semplificate (modelli) ciascuna specifica dello stato limite studiato. L'analisi sismica globale deve utilizzare, per quanto possibile, metodi di analisi che consentano di valutare in maniera appropriata sia la resistenza che la duttilità disponibile. L'impiego di metodi di calcolo lineari richiede un'opportuna definizione del fattore di struttura in relazione alle caratteristiche meccaniche globali e locali della struttura in esame. Come riportato nella C8.7.2.2 della CM7 (Metodi di analisi e criteri verifica), è possibile effettuare qualunque tipo di analisi (statica lineare con spettro elastico o con fattore q , dinamica modale con spettro elastico o con fattore q , statica non lineare, dinamica non lineare) prevista dal D.M. 17/01/2018.

Al fine di valutare la sicurezza sismica delle costruzioni in esame le analisi sono state sviluppate con l'utilizzo di modellazioni numeriche agli elementi finiti (utilizzando il software di calcolo computazionale PROSAP) e tramite una analisi e valutazione qualitativa e con modelli semplificati. A valle del rilievo e della campagna di indagini effettuati, si è deciso di adottare per le analisi FEM:

- una analisi dinamica modale con spettro di progetto con fattore " q " (analisi lineare)

5.2 Metodologia di valutazione della risposta sismica globale

Si propone una metodologia di verifica a livello globale che tiene in considerazione un percorso di conoscenza ed analisi in cui il giudizio sul livello di rischio del manufatto o l' idoneità di un intervento emerge dal confronto tra la capacità della struttura, valutata a seguito di una conoscenza qualitativa e quantitativa della costruzione, e l'azione sismica, opportunamente modulata in funzione di ragionevoli livelli di protezione sismica.

6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' RESISTENTE

Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi si impiegano le proprietà dei materiali esistenti, divise per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto. Per il calcolo della capacità di resistenza degli elementi primari le resistenze dei materiali ricavate dalle prove condotte si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali e per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto. Per i materiali nuovi o aggiunti si impiegano le proprietà nominali.

Dai risultati delle indagini effettuate, si ricavano i seguenti valori caratteristici e di progetto dei materiali utilizzati per la costruzione dell'edificio (si evidenzia che $\gamma_{m-acciaio-c.a.} = 1,15$, $\gamma_{m-cls} = 1,6$, $\gamma_{m-muratura} = 3$, $FC = 1,35$).

6.1 Materiali esistenti

Strutture in muratura

La resistenza della muratura è assunta in relazione alla tipologia, alla qualità e allo stato di conservazione del sistema murario. Utilizzando la tabella della CM7 per la definizione della resistenza a compressione del materiale, considerando una muratura in mattoni pieni e malta di calce, si ottengono i seguenti valori dei parametri meccanici (si considera un coefficiente di sicurezza sul materiale muratura $\gamma_m = 3$):

Resistenza media in compressione del materiale in opera: $f_d = \frac{f_m}{FC \cdot \gamma_m} = \frac{26}{1,35 \cdot 3} = 6,4 daN / cm^2$

Resistenza media a taglio del materiale in opera: $\tau_m = \frac{\bar{\tau}_m}{FC \cdot \gamma_m} = \frac{0,50}{1,35 \cdot 3} = 0,12 daN / cm^2$

Modulo di elasticità normale: $E = 15000 daN / cm^2$

Modulo di elasticità tangenziale: $G = 5000 daN / cm^2$

Peso specifico medio della muratura: $w = 1800 daN / m^3$

Strutture in conglomerato cementizio armato ordinario (fondazioni e solai in latero-cemento):

Calcestruzzo

Classe di resistenza $C25/30 - R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata

FeB44K

Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} = 5400 \text{ daN/cm}^2$

Tensione caratteristica a snervamento $f_{yk} = 4300 \text{ daN/cm}^2$

6.2 Materiali utilizzati per gli interventi di riparazione / miglioramento proposti

Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata

B450C

Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} = 5400 \text{ daN/cm}^2$

Tensione caratteristica a snervamento $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$

Calcestruzzo strutture di fondazione

Classe di resistenza $C25/30 - R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione $R_{cd} = 1400 \text{ daN/cm}^2$

Calcestruzzo strutture in elevazione

Classe di resistenza $C28/35 - R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 160 \text{ daN/cm}^2$

Acciaio da carpenteria

UNI EN 10025-2 S275 ($t \leq 40 \text{ mm}$) laminati a caldo profili a sezione aperta

Resistenza a rottura $f_{tk} = 4300 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza a snervamento $f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$

7. ANALISI DEI CARICHI

Il calcolo delle sollecitazioni e la valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio vengono condotte con riferimento alla seguente analisi dei carichi:

Solaio di copertura

a.	peso proprio solaio + permanente	280,00	daN/m ²
b.	carico variabile (neve)	120,00	daN/m ²
TOTALE a) + b)		400,00	daN/m ²

Solai di piano tipo

a.	peso proprio solaio + permanente	500,00	daN/m ²
b.	carico variabile (affollamento)	300,00	daN/m ²
TOTALE a) + b)		800,00	daN/m ²

8. LA PERICOLOSITA' SISMICA E GLI SPETTRI DI RIFERIMENTO UTILIZZATI NELLE ANALISI

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Il Poliambulatorio di San Pietro in Casale viene classificato come costruzione di Tipo 2 e di Classe III (secondo quanto specificato nel DM18 paragrafo 2.4.2).

Poiché per gli edifici di Tipo 2 e Classe III si ha $V_N = 50\text{anni}$ (vita nominale della struttura) e $C_U = 1,5$ (coefficiente d’uso), il periodo di riferimento per l’azione sismica vale, quindi:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75\text{anni}.$$

La pericolosità sismica del sito definiscono le azioni sismiche sulla base delle quali effettuare la progettazione; i parametri sismici legati alla zona di costruzione sono sotto riportati:

EdiLus-MS
Mappe Sismiche

EdiLus
Calcolo Strutturale

Provalo **GRATIS**

EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

ad es. "Contrada Rosole, 13 BAGNOLI IRPINO"

poliambulatorio san pietro in casale Cerca

Latitudine (WGS84)
 44.70115885 Longitudine (WGS84)
 11.40011252
 Latitudine (ED50)
 44.702915 Longitudine (ED50)
 11.401251
 Altitudine (mt) 18
 Classe dell'edificio
 III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi
 Vita Nominale Struttura 50
 Periodo di Riferimento per l'azione sismica 75

Parametri di pericolosità Sismica					
Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_0 [-]	T_c [s]	
Operatività	45	0.054	2.490	0.268	
Danno	75	0.069	2.464	0.279	
Salvaguardia Vita	712	0.186	2.586	0.277	
Prevenzione Collasso	1462	0.245	2.532	0.286	

[Termini e Condizioni di utilizzo di EdilLus-MS](#)

ACCA
ACCA SOFTWARE
 Tel.: 0827/69.504 - Fax: 0827/69.12.35
 P.IVA 01883740647 - E-mail: info@acca.it

Ai fini del D.M. 17/01/2018 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 fattore che quantifica l’amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale (valore minimo pari a 2,2)

T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono sotto riportate (Tabella 3.2.I del D.M. 17/01/2018):

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali del sisma vale:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right)$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

La caratterizzazione geomorfologica del sito è stata effettuata sulla base dello studio geologico-tecnico dei terreni messo a disposizione dalla Committenza, dal quale si evince che la categoria del terreno per le analisi sismiche è la D.

I valori che si ottengono per lo spettro di risposta della componente orizzontale del sisma, per lo Stato Limite di Danno SLD utilizzato per l'analisi dell'edificio sono, quindi, i seguenti:

$$a_{g-SLD} = 0,069g \quad F_0 = 2,464 \quad T_C^* = 0,279 \text{ sec}$$

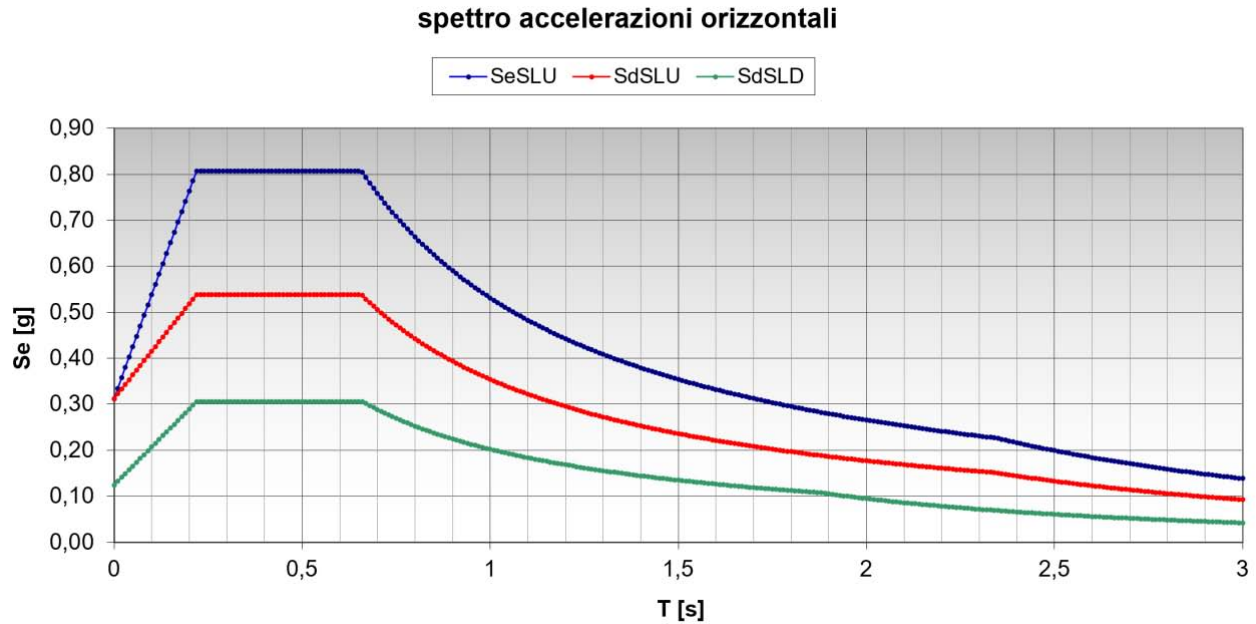
I valori che si ottengono per lo spettro di risposta della componente orizzontale del sisma, per lo Stato Limite Ultimo SLV utilizzato per l'analisi dell'edificio sono, quindi, i seguenti:

$$a_{g-SLV} = 0,186g \quad F_0 = 2,586 \quad T_C^* = 0,277 \text{ sec}$$

$$\eta = 1/q \quad q = q_0 \cdot K_R$$

A favore di sicurezza si sono considerati gli edifici non regolari in elevazione e in accordo con il DM 17/01/18 e la CM7 si utilizza $q = 1,5$

La figura seguente riporta lo spettro SLV utilizzato per le analisi SLD (verde), per le analisi SLV (rosso) e lo spettro di riferimento elastico (blu) per la struttura in oggetto.



9. COMBINAZIONI DELL'AZIONE SISMICA CON I CARICHI STATICI

Le analisi di vulnerabilità sono riportate considerando la seguente combinazione dei carichi:

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

dove:

G_1, G_2 rappresentano i pesi propri (permanenti) degli elementi strutturali e non strutturali,

E azione sismica per lo stato limite in esame

ψ_{2i} rappresenta il coefficiente di combinazione delle azioni variabili (quasi permanente);

Q_{k1}, Q_{k2} carichi variabili (valore caratteristico)

Sono state analizzate le seguenti combinazioni di carico:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai)	
4	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. R)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=Qsk (variabile solai)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qnk (carico da neve)
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. R)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. R)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. R)	come precedente CDC sismico

Cmb	Tipo	Sigla Id
1	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 1
2	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 2
3	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 3
4	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 4
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8
9	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 9
10	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 10
11	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 11
12	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 12
13	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 13
14	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 14
15	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 15
16	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 16

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.00	1.00	0.60	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0						
2	1.00	1.00	0.60	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0						
3	1.00	1.00	0.60	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0						
4	1.00	1.00	0.60	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0						
5	1.00	1.00	0.60	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0						
6	1.00	1.00	0.60	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0						
7	1.00	1.00	0.60	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0						
8	1.00	1.00	0.60	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0						
9	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30						
10	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30						
11	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30						
12	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30						

Dott. Ing. Friedrich Drollmann
 Via Ghiselli n. 6 - 40134 Bologna
 friedrich.drollmann@me.com

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
13	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00						
14	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00						
15	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00						
16	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00						

10. LA MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

10.1 Metodo di analisi strutturale effettuata e criteri di verifica

L'analisi sismica globale deve utilizzare, per quanto possibile, metodi di analisi che consentano di valutare in maniera appropriata sia la resistenza che la duttilità disponibile. L'impiego di metodi di calcolo lineari richiede un'opportuna definizione del fattore di struttura in relazione alle caratteristiche meccaniche globali e locali della struttura in esame. Come riportato nella C8.7.2 della CM7 (Metodi di analisi e criteri verifica), è possibile effettuare qualunque tipo di analisi (statica lineare con spettro elastico o con fattore q , dinamica modale con spettro elastico o con fattore q , statica non lineare, dinamica non lineare) prevista dal D.M. 17/01/2018.

A valle del rilievo effettuato e della campagna di indagini diagnostiche, si è deciso di adottare una analisi dinamica modale con spettro di progetto con fattore q : è, infatti, possibile utilizzare lo spettro di progetto, definito nel paragrafo 3.2.3 del D.M. 17/01/18, che si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q . Nel caso di uso del fattore di struttura, tutti gli elementi strutturali duttili devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza. Tutti gli elementi strutturali fragili devono, invece, soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta per $q = 1,5$ sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

10.2 I modelli FEM utilizzati per le analisi di vulnerabilità sismica (accelerazione di primo danneggiamento e accelerazione di collasso)

Al fine di valutare le sollecitazioni sulla struttura in esame e la valutazione della vulnerabilità dell'edificio, sono stati sviluppati diversi modelli numerici tridimensionali agli elementi finiti.

Il modello agli elementi finiti è composto da elementi di tipo "beam" ed elementi di tipo "shell". L'elemento finito di tipo "beam", a due nodi, tiene conto della flessione biassiale, della torsione, della deformazione assiale, della deformazione da taglio (Bathe Wilson, 1976) ed è caratterizzato da 6 gradi di libertà a ciascuna delle due estremità. L'elemento finito di tipo "shell" ha una formulazione sia a 3 che a 4 nodi, e tiene conto sia del comportamento flessionale che in regime di membrana. Gli effetti del taglio trasversale vengono stimati mediante la formulazione di Mindlin/Reissner.

Il codice di calcolo adottato è ALGOR SUPERSAP prodotto dalla ALGOR INTERACTIVE SYSTEMS, Inc. Pittsburgh, PA, USA.

La licenza d'uso è identificata come dsi2249, dsi2250 a nome Studio Ceccoli e Associati.

Titolo:	PRO SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2011-06-155)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi2249, dsi2250, dsi4794

Il programma SUPERSAP applica il metodo degli elementi finiti per strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse.

La risoluzione del sistema $K \cdot u = F$ è condotta con l'algoritmo di Gauss modificato sulla matrice K globale suddivisa in blocchi. La risoluzione delle equazioni del moto, ed in particolare l'applicazione dell'analisi dinamica prevista per il calcolo in zona sismica è condotta con il metodo dello spettro di risposta. Si sottolinea che il solutore ALGOR SUPERSAP è stato sottoposto, con esito positivo e relativa certificazione, ai test N.A.F.E.M.S. (test di confronto della National Agency for Finite Element Methods and Standards in Inghilterra). Si sottolinea inoltre che il solutore ALGOR SUPERSAP è soggetto ad attività di controllo ai sensi della Q.A. (quality assurance), condizione essenziale per l'utilizzo dei codici di calcolo nell'ambito della progettazione nucleare ed off-shore.

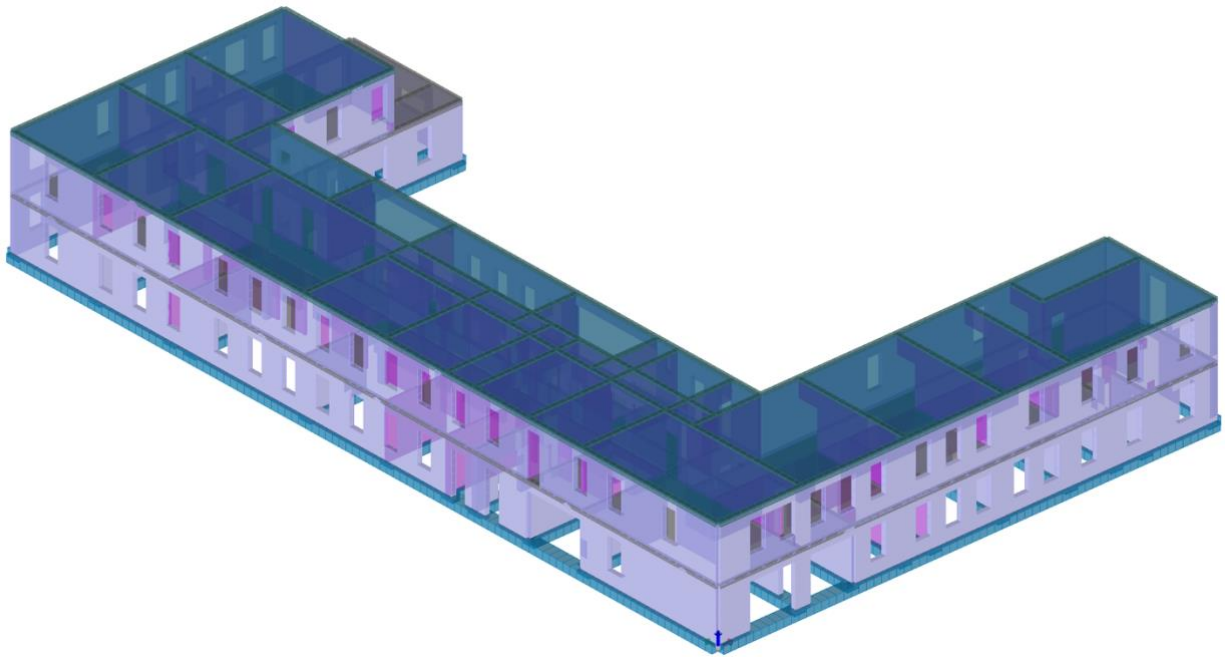
Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati

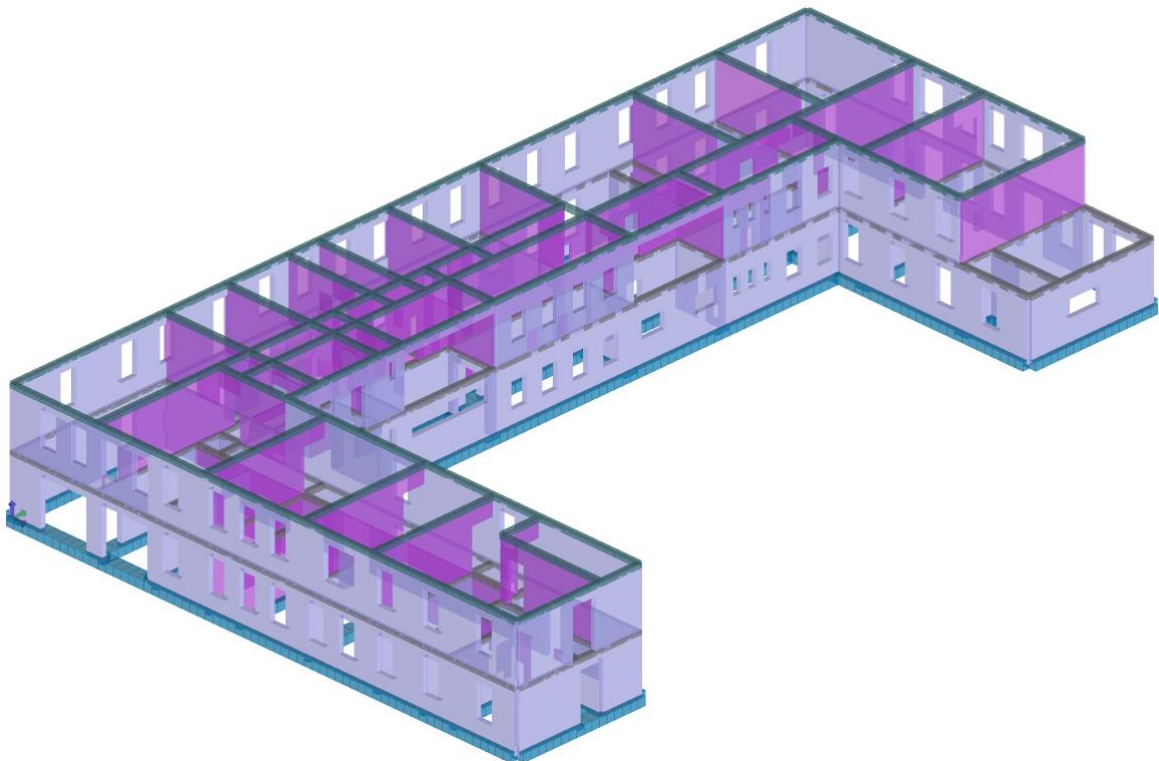
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

Nel seguito si riportano alcune immagini dei modelli FEM realizzati.

10.2.1 Poliambulatorio – stato di fatto: risultati dell'analisi modale



Vista 1: modello solido con solai – Stato di fatto

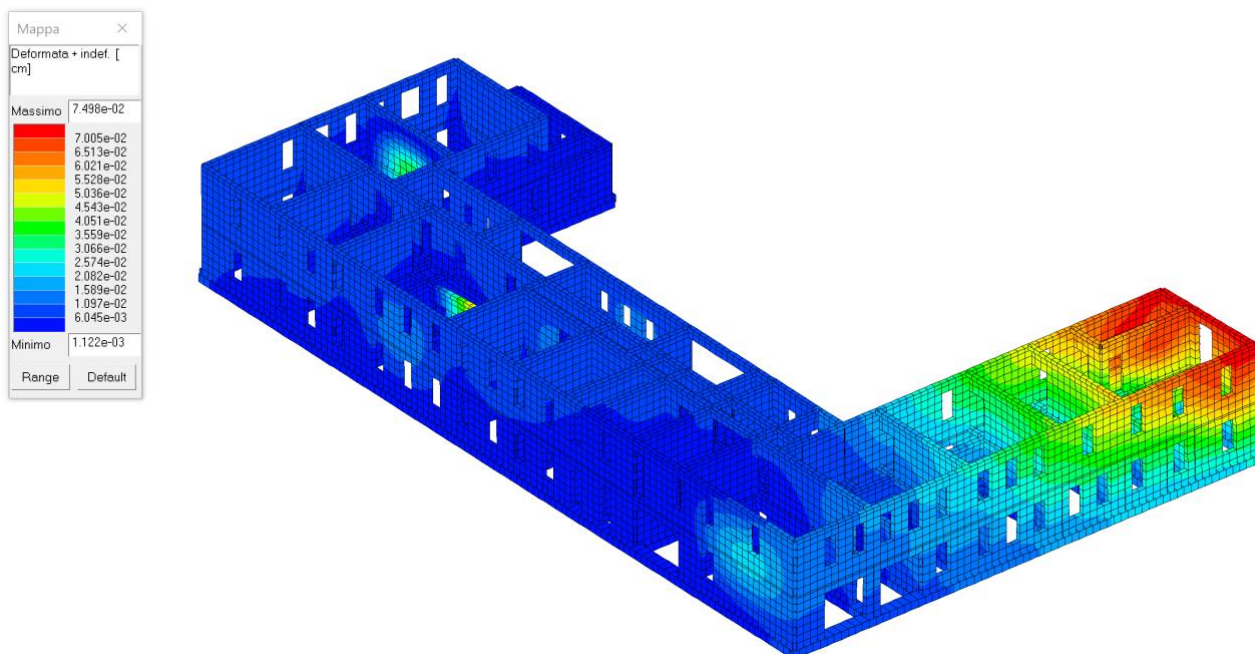


Vista 2 - modello solido senza solai – Stato di fatto

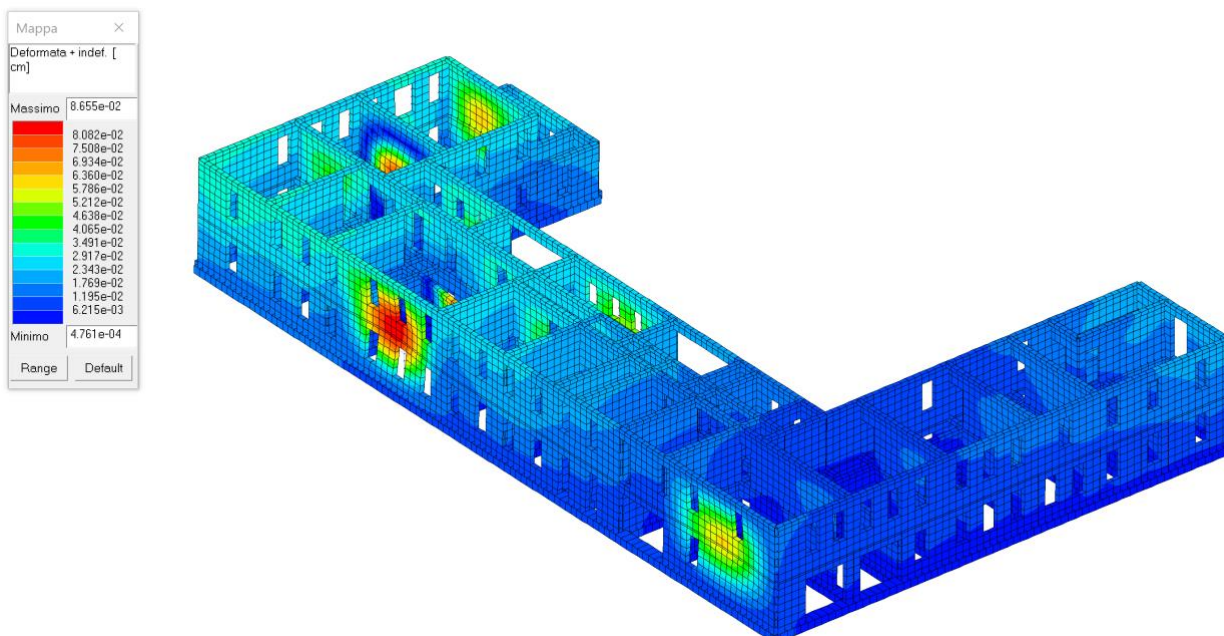
Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	11183
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	2722
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	9473
elementi solaio	82
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	3300.00
Ymin =	0.00
Ymax =	5200.00
Zmin =	0.00
Zmax =	700.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	NO
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	SI
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

L'analisi dinamica modale di tipo lineare con spettro di risposta è stata condotta considerando i primi 24 modi di vibrare che forniscono una massa partecipante totale pari all'88% (superiore all'85%, ovvero al minimo richiesto da normativa) rispetto a quella presente nell'edificio. La sovrapposizione dei modi per il calcolo di sollecitazioni e spostamenti complessivi è stata effettuata adottando una Combinazione Quadratica Completa (CQC).

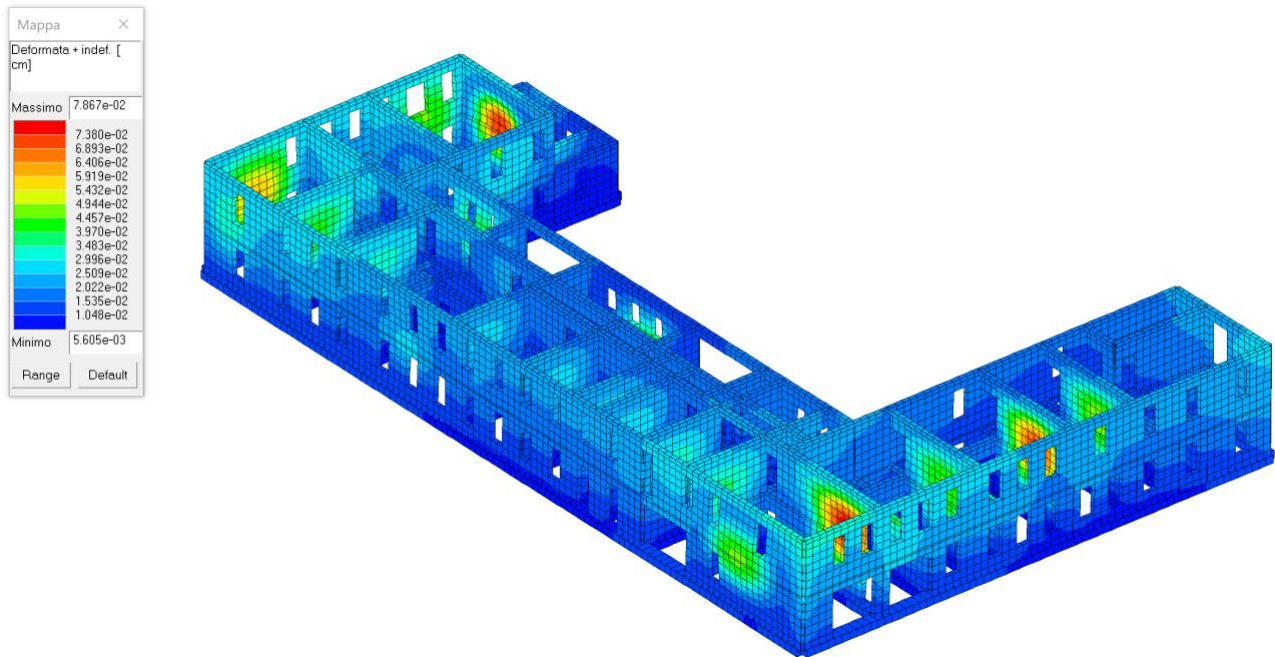
Il primo modo significativo è il terzo, traslazionale lungo y ed ha periodo pari a $T_3 = 0,29 \text{ sec}$, il secondo modo significativo è il quarto (traslazionale lungo x) con periodo pari a $T_4 = 0,27 \text{ sec}$, il decimo modo è rotazionale con periodo di vibrazione pari a $T_{10} = 0,20 \text{ sec}$.



Terzo modo di vibrare della struttura (T3 = 0,29sec) - traslazionale lungo y



Quarto modo di vibrare della struttura (T4 = 0,27sec) - traslazionale lungo x



Decimo modo di vibrare della struttura (T10 = 0,20sec) - rotazionale

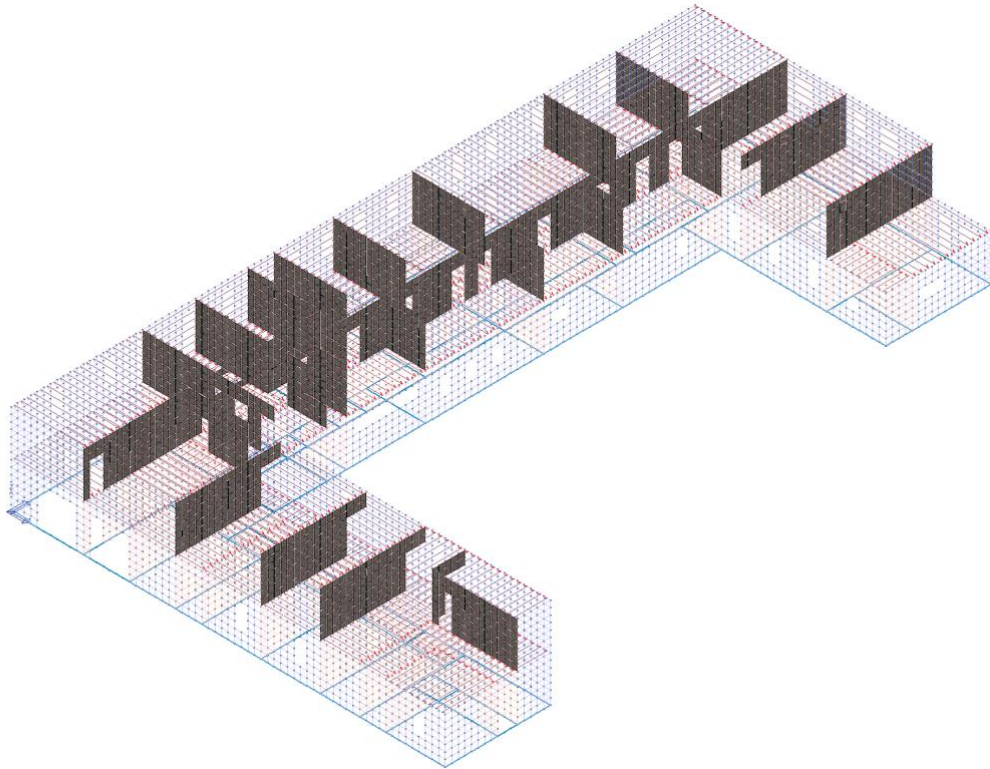
CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. R)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.350
			categoria suolo: D
			fattore di sito S = 1.689
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.534 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: rapida
			periodo proprio T1: 0.268 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.500
			fattore per spost. mu d: 2.229
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 24
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
7.00	3.246e+05	9.78	22.36	1.65	2.60	3.59	8.02	0.252	0.694	0.766
6.50	6.635e+04	10.34	21.64	1.65	2.60	3.79	7.98	0.226	0.774	0.752
6.00	5.508e+04	10.50	21.41	1.65	2.60	3.07	7.97	0.243	0.848	0.760
5.50	5.184e+04	10.52	21.30	1.65	2.60	3.10	7.97	0.243	0.848	0.753
5.00	5.211e+04	10.52	21.36	1.65	2.60	3.22	7.97	0.241	0.836	0.752
4.50	5.852e+04	10.34	21.77	1.65	2.60	2.89	8.02	0.278	0.795	0.752
4.00	6.473e+04	10.20	22.05	1.65	2.60	2.89	8.02	0.278	0.780	0.767
3.50	7.266e+05	10.36	23.32	1.65	2.60	4.31	12.68	0.350	0.575	0.512
3.00	1.027e+05	11.30	22.64	1.65	2.60	4.28	11.99	0.283	0.741	0.551
2.50	8.603e+04	11.49	22.77	1.65	2.60	3.90	12.66	0.303	0.776	0.491
2.00	7.952e+04	11.53	22.76	1.65	2.60	4.03	12.66	0.299	0.772	0.488
1.50	8.114e+04	11.54	22.89	1.65	2.60	4.16	12.66	0.295	0.765	0.492
1.00	8.741e+04	11.52	23.39	1.65	2.60	3.93	15.03	0.371	0.702	0.372
0.50	9.281e+04	11.49	23.67	1.65	2.60	3.93	15.03	0.371	0.698	0.384
Risulta	1.929e+06									

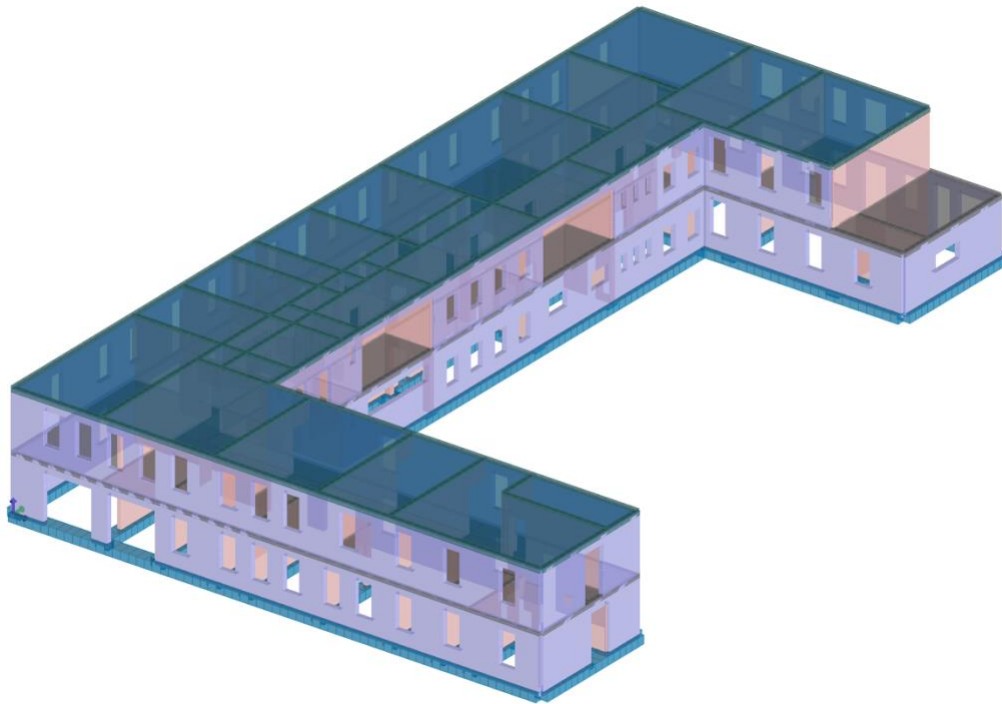
Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%
	Hz	sec	g	daN		daN		daN	
1	3.086	0.324	0.534	3.872e+05	20.1	1.129e+04	0.6	240.09	1.24e-02
2	3.272	0.306	0.534	4.472e+04	2.3	3905.95	0.2	34.51	1.79e-03

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%
3	3.450	0.290	0.534	3.99	2.07e-04	5.591e+05	29.0	84.65	4.39e-03
4	3.736	0.268	0.534	7.718e+05	40.0	1.971e+04	1.0	1915.28	9.93e-02
5	3.993	0.250	0.534	2.707e+04	1.4	1.305e+04	0.7	56.25	2.92e-03
6	4.197	0.238	0.534	5304.30	0.3	7568.43	0.4	189.98	9.85e-03
7	4.387	0.228	0.534	1.297e+05	6.7	3.914e+04	2.0	69.60	3.61e-03
8	4.759	0.210	0.525	292.53	1.52e-02	2.952e+05	15.3	440.03	2.28e-02
9	4.822	0.207	0.522	1.037e+05	5.4	4.038e+04	2.1	206.86	1.07e-02
10	4.859	0.206	0.520	5.835e+04	3.0	4.961e+05	25.7	634.00	3.29e-02
11	5.417	0.185	0.499	3904.66	0.2	1.283e+04	0.7	393.93	2.04e-02
12	5.510	0.181	0.496	155.33	8.05e-03	3.311e+04	1.7	1146.97	5.94e-02
13	5.613	0.178	0.493	5.86	3.04e-04	95.48	4.95e-03	438.92	2.27e-02
14	5.647	0.177	0.492	730.26	3.78e-02	385.14	2.00e-02	37.78	1.96e-03
15	5.857	0.171	0.485	7464.08	0.4	2887.46	0.1	169.07	8.76e-03
16	5.960	0.168	0.482	6787.92	0.4	766.09	3.97e-02	1.298e+04	0.7
17	6.098	0.164	0.478	2162.89	0.1	3387.02	0.2	2659.83	0.1
18	6.202	0.161	0.476	162.89	8.44e-03	6178.59	0.3	9906.59	0.5
19	6.247	0.160	0.474	0.89	4.63e-05	3881.78	0.2	2175.62	0.1
20	6.284	0.159	0.473	345.67	1.79e-02	888.16	4.60e-02	675.02	3.50e-02
21	6.373	0.157	0.471	2204.35	0.1	7237.29	0.4	2.290e+05	11.9
22	6.443	0.155	0.470	2433.78	0.1	4102.65	0.2	2.087e+05	10.8
23	6.504	0.154	0.468	1.149e+04	0.6	378.86	1.96e-02	2.441e+05	12.7
24	6.596	0.152	0.466	3248.89	0.2	1.421e+04	0.7	3.308e+05	17.1
Risulta				1.569e+06		1.576e+06		1.047e+06	
In percentuale				88.33		87.67		54.27	

10.2.2 Poliambulatorio – progetto: risultati dell'analisi modale



Vista 1: modello solido con solai – Progetto (pareti con placcaggio piano primo)

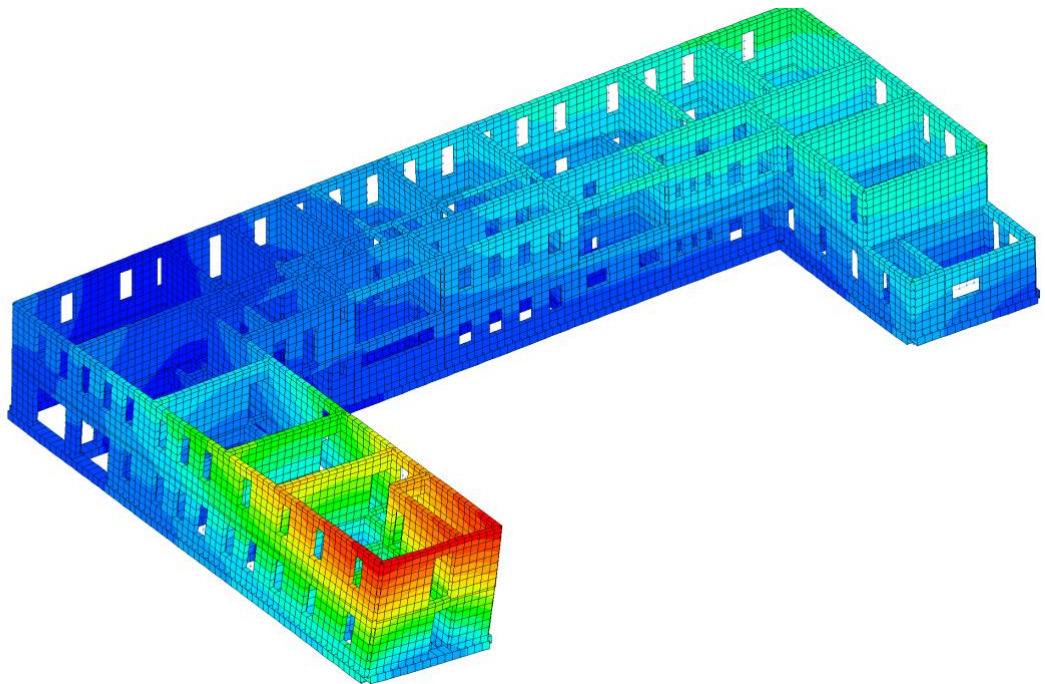
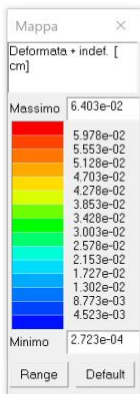


Vista 2: modello solido con solai

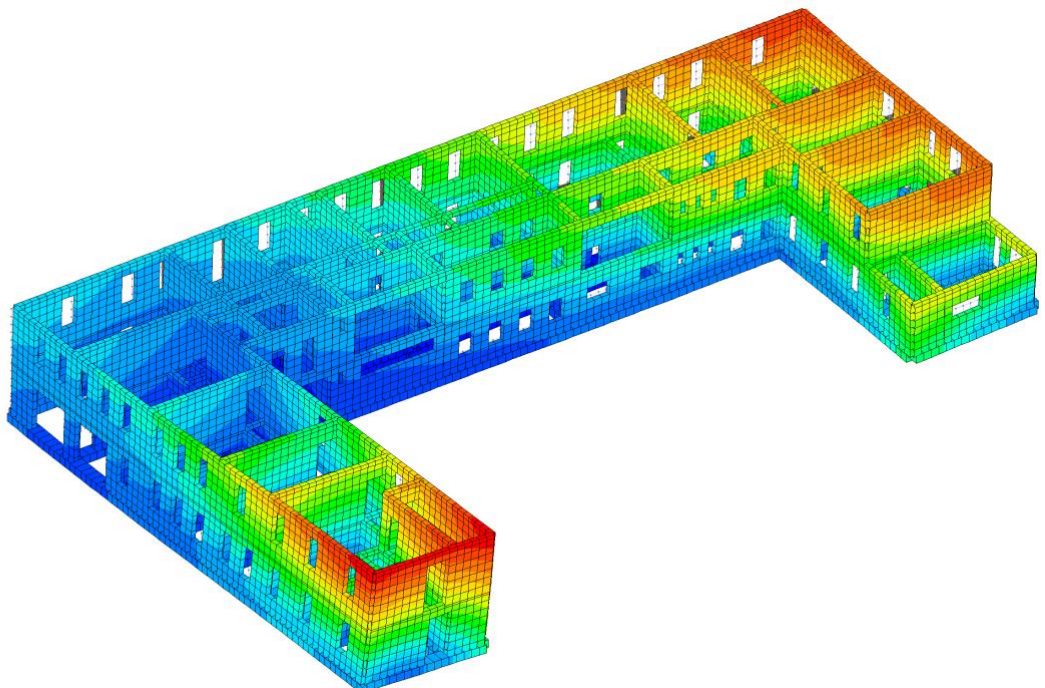
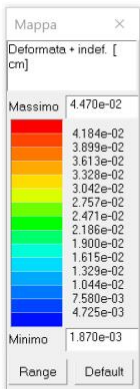
Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	11063
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	2722
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	9328
elementi solaio	82
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	3300.00
Y min =	0.00
Ymax =	5200.00
Zmin =	0.00
Zmax =	700.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	NO
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

L'analisi dinamica modale di tipo lineare con spettro di risposta è stata condotta considerando i primi 24 modi di vibrare che forniscono una massa partecipante totale pari al 99% (superiore all'85%, ovvero al minimo richiesto da normativa) rispetto a quella presente nell'edificio. La sovrapposizione dei modi per il calcolo di sollecitazioni e spostamenti complessivi è stata effettuata adottando una Combinazione Quadratica Completa (CQC).

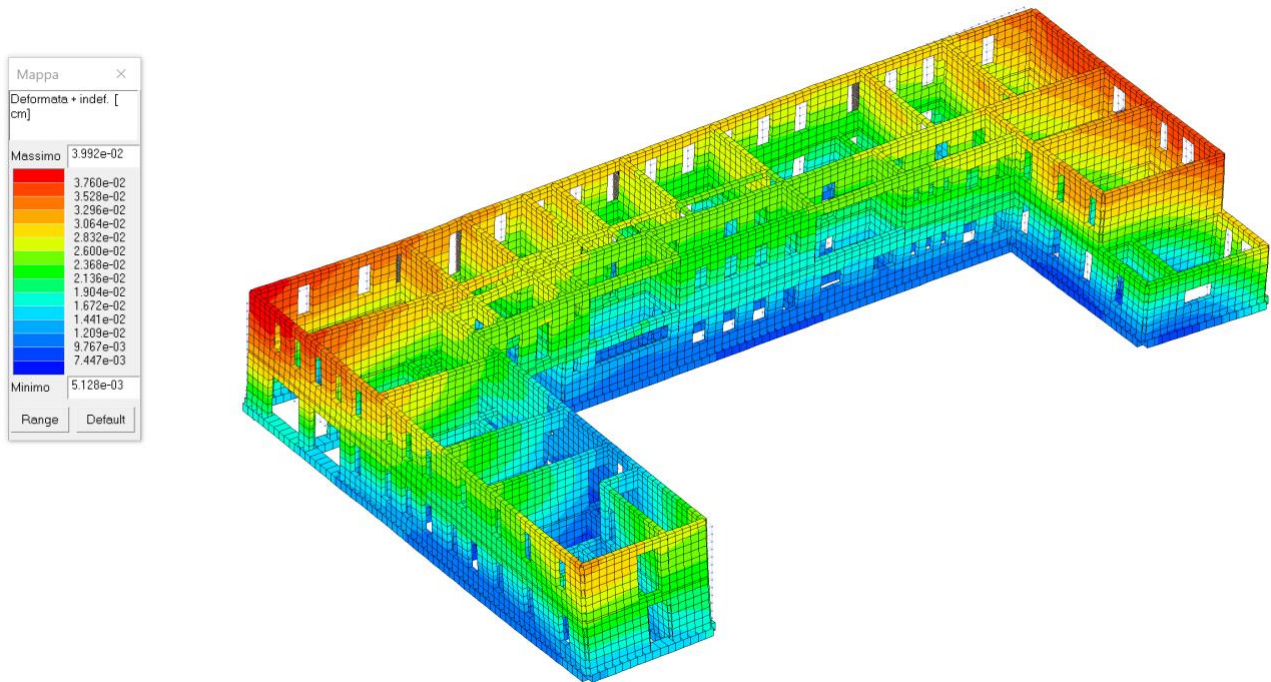
Il primo modo è rotazionale ha periodo pari a $T_1 = 0,29 \text{ sec}$, il secondo modo è traslazionale lungo x con periodo pari a $T_2 = 0,27 \text{ sec}$, il quarto modo è traslazionale lungo y con periodo di vibrazione pari a $T_4 = 0,20 \text{ sec}$.



Primo modo di vibrare della struttura ($T_1 = 0,29\text{sec}$) - rotazionale



Secondo modo di vibrare della struttura ($T_2 = 0,27\text{sec}$) - traslazionale lungo x



Quarto modo di vibrare della struttura (T4 = 0,20sec) - traslazionale lungo y

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. R)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.350
			categoria suolo: D
			fattore di sito S = 1.689
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.534 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: rapida
			periodo proprio T1: 0.269 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.500
			fattore per spost. mu d: 2.221
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 24
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
7.00	3.319e+05	9.78	22.36	1.65	2.60	4.34	8.38	0.218	0.655	0.734
6.50	8.069e+04	10.24	21.79	1.65	2.60	4.54	8.46	0.199	0.719	0.720
6.00	6.804e+04	10.35	21.73	1.65	2.60	3.87	8.44	0.219	0.778	0.731
5.50	6.379e+04	10.34	21.70	1.65	2.60	3.89	8.44	0.219	0.775	0.729
5.00	6.406e+04	10.34	21.74	1.65	2.60	3.98	8.44	0.217	0.766	0.729
4.50	7.047e+04	10.20	22.05	1.65	2.60	3.58	8.37	0.254	0.739	0.733
4.00	7.668e+04	10.10	22.26	1.65	2.60	3.58	8.37	0.254	0.727	0.744
3.50	7.328e+05	10.35	23.29	1.65	2.60	4.37	12.20	0.292	0.623	0.523
3.00	1.032e+05	11.26	22.29	1.65	2.60	4.40	11.15	0.215	0.832	0.567
2.50	8.621e+04	11.44	22.39	1.65	2.60	4.04	11.77	0.236	0.856	0.502
2.00	7.943e+04	11.48	22.37	1.65	2.60	4.15	11.77	0.234	0.851	0.499
1.50	8.105e+04	11.49	22.51	1.65	2.60	4.26	11.77	0.232	0.844	0.504
1.00	8.732e+04	11.47	23.03	1.65	2.60	4.05	14.60	0.307	0.754	0.365
0.50	9.272e+04	11.44	23.34	1.65	2.60	4.05	14.60	0.307	0.751	0.378
Risulta	2.018e+06									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%
	Hz	sec	g	daN		daN		daN	
1	3.448	0.290	0.534	2.536e+05	12.6	5.070e+05	25.1	240.79	1.19e-02

Dott. Ing. Friedrich Drollmann

Via Ghiselli n. 6 - 40134 Bologna

friedrich.drollmann@me.com

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%
2	3.711	0.269	0.534	9.637e+05	47.7	1.870e+05	9.3	3362.20	0.2
3	4.612	0.217	0.531	3.125e+05	15.5	5.646e+04	2.8	275.84	1.37e-02
4	4.994	0.200	0.515	5.267e+04	2.6	8.764e+05	43.4	3204.92	0.2
5	6.176	0.162	0.476	1.239e+04	0.6	4405.26	0.2	3.438e+04	1.7
6	6.432	0.155	0.470	1.422e+04	0.7	3.749e+04	1.9	1.368e+06	67.8
7	6.744	0.148	0.463	6212.38	0.3	8.799e+04	4.4	5.026e+05	24.9
8	7.045	0.142	0.456	5.166e+04	2.6	1.055e+04	0.5	1588.03	7.87e-02
9	7.361	0.136	0.450	2.791e+04	1.4	6848.90	0.3	1.383e+04	0.7
10	7.421	0.135	0.449	1.112e+05	5.5	1482.89	7.35e-02	6.692e+04	3.3
11	8.040	0.124	0.438	4.358e+04	2.2	6100.98	0.3	2487.07	0.1
12	8.598	0.116	0.430	2.536e+04	1.3	1.994e+04	1.0	808.88	4.01e-02
13	8.698	0.115	0.429	2.104e+04	1.0	293.25	1.45e-02	1966.38	9.74e-02
14	9.068	0.110	0.424	3319.97	0.2	8265.69	0.4	0.41	2.03e-05
15	9.345	0.107	0.421	4689.78	0.2	9.517e+04	4.7	3337.23	0.2
16	9.604	0.104	0.418	9865.82	0.5	1.090e+04	0.5	5728.86	0.3
17	10.284	0.097	0.411	2230.56	0.1	8950.38	0.4	306.34	1.52e-02
18	10.369	0.096	0.410	6282.79	0.3	1460.42	7.24e-02	136.73	6.77e-03
19	10.632	0.094	0.408	61.49	3.05e-03	454.84	2.25e-02	1143.88	5.67e-02
20	10.916	0.092	0.406	269.56	1.34e-02	1.084e+04	0.5	143.67	7.12e-03
21	11.373	0.088	0.402	9909.49	0.5	2.403e+04	1.2	3.78	1.87e-04
22	11.426	0.088	0.401	93.49	4.63e-03	278.45	1.38e-02	0.45	2.24e-05
23	11.859	0.084	0.398	1.284e+04	0.6	505.72	2.51e-02	471.96	2.34e-02
24	12.221	0.082	0.396	1917.76	9.50e-02	6371.20	0.3	526.65	2.61e-02
Risulta				1.948e+06		1.969e+06		2.011e+06	
In percentuale				96.49		97.56		99.64	

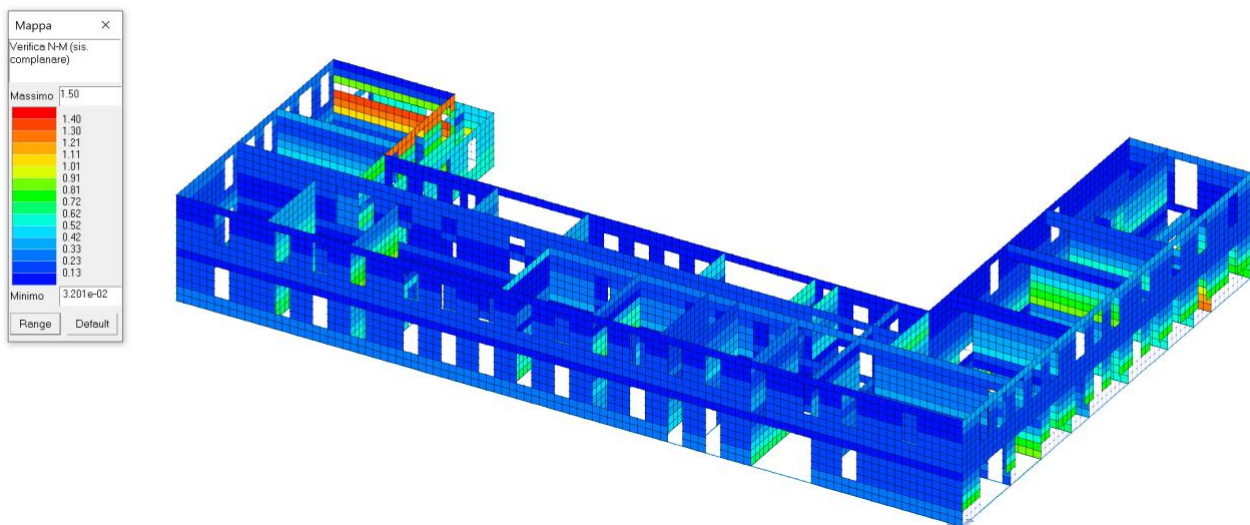
11. STATO DI FATTO: CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI SICUREZZA

Il calcolo delle sollecitazioni derivanti dal sisma di riferimento effettivamente agenti sull'edificio allo stato di fatto, le verifiche di resistenza degli elementi strutturali esistenti, vengono svolti con riferimento ai carichi considerati in dettaglio nell'analisi sviluppata nei Capitoli 8 e 9.

Tramite l'analisi dinamica lineare sviluppata, si individuano gli elementi resistenti alle azioni orizzontali che non soddisfano i criteri di verifica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Infine, si procede al controllo degli spostamenti della struttura in termini di spostamenti relativi di interpiano (SLD).

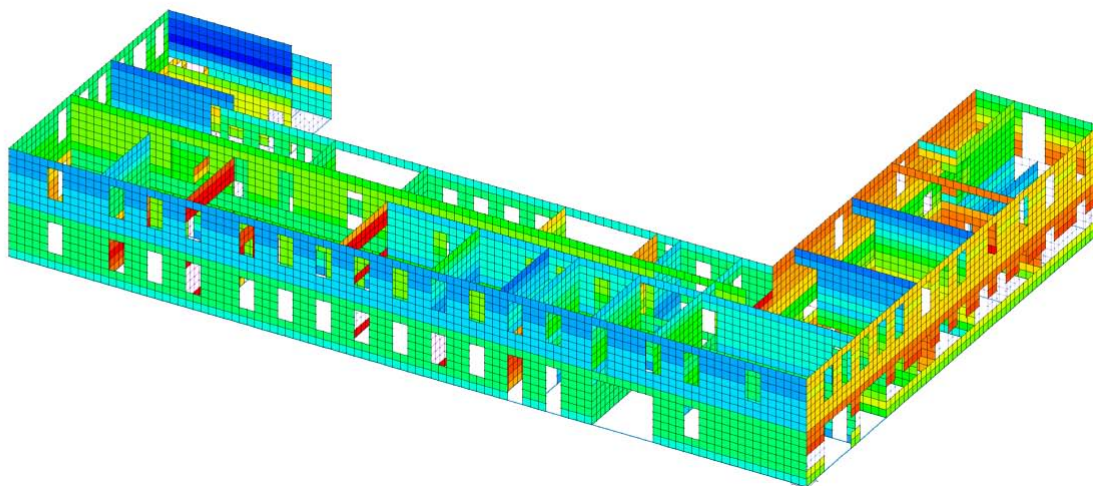
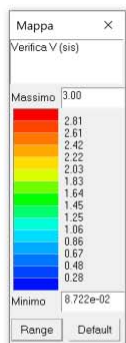
11.1 Pareti in muratura – SLV

I valori delle verifiche per le pareti dell'edificio sono riportati sotto forma di mappe di colore, illustrate nelle seguenti figure:



Verifica N/Mp

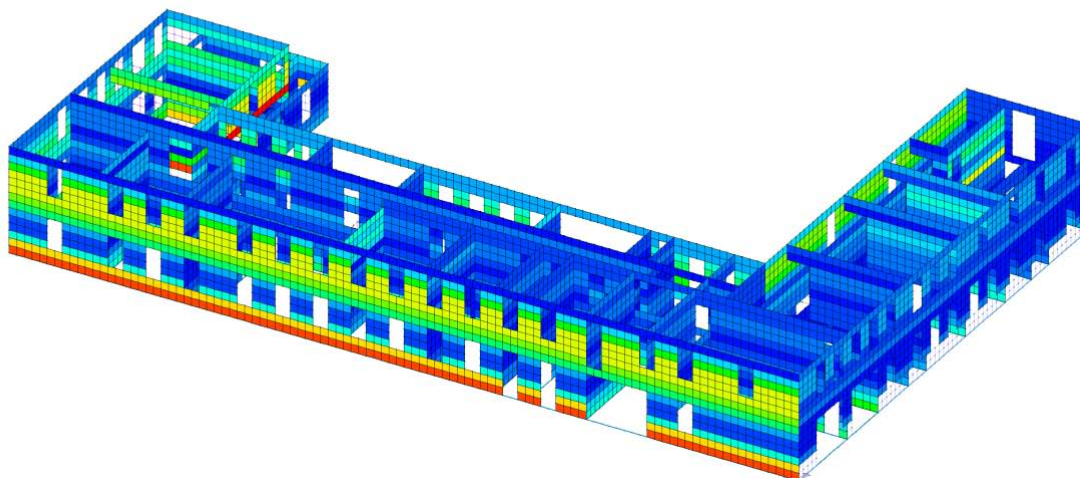
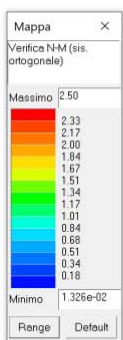
La verifica a pressoflessione nel piano (N/Mp) di alcune porzioni di parete non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di 1 $I(N / M_p)_{\max} = 1,5$.



Verifica V

La verifica a taglio (V) di alcune porzioni di parete non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di

$$1 \quad I(V)_{\max} = 3,0.$$



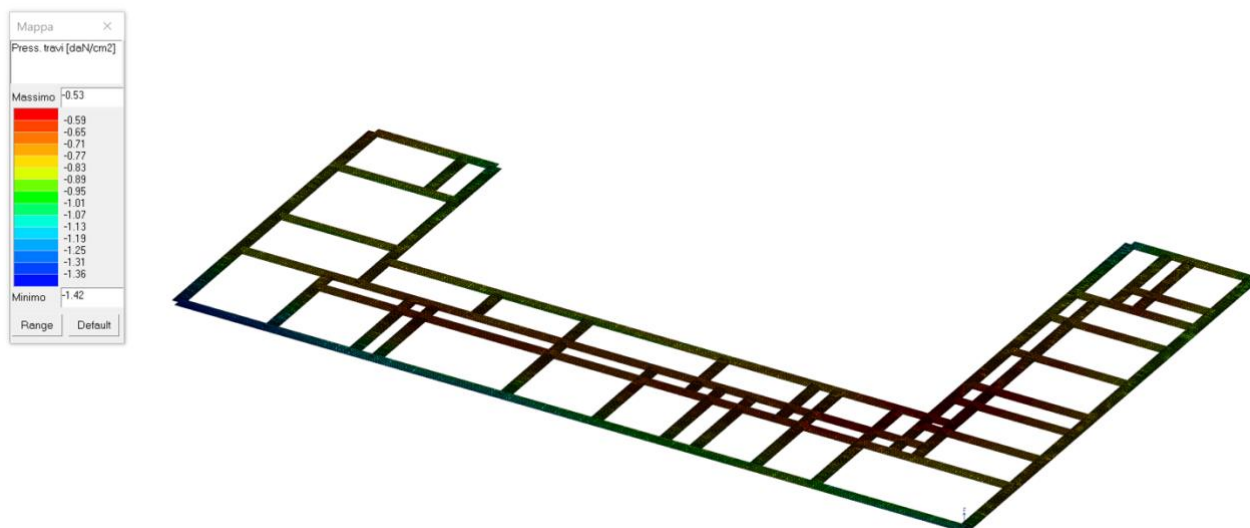
Verifica N/Mo

La verifica a pressoflessione fuori dal piano (N/Mo) di alcune porzioni di parete non è soddisfatta in

$$\text{quanto l'indice è maggiore di } 1 \quad I(N / M_o)_{\max} = 2,5.$$

11.2 Pressione di contatto fondazione/terreno – SLV

Considerando che il valore massimo di pressione sul terreno (riportato per via grafica sotto forma di mappe di colore, illustrate nelle seguenti figure), per le travi di fondazione è pari a $\sigma_{t/\max} = 1,4 \text{ daN} / \text{cm}^2$, si legittima un coefficiente di sicurezza rispetto al valore ultimo di portanza sicuramente maggiore di 1 ($FS = q_{\text{lim}} / \sigma_{t/\max} > 1,0$).



Pressione massima di contatto fondazione/terreno

11.3 Verifiche di deformabilità SLD

Lo spostamento limite di interpiano ricavabile dalla normativa (D.M. 17/01/2018 paragrafo 7.3.6.1) vale, per strutture in muratura:

$$qd_u = 0,002h$$

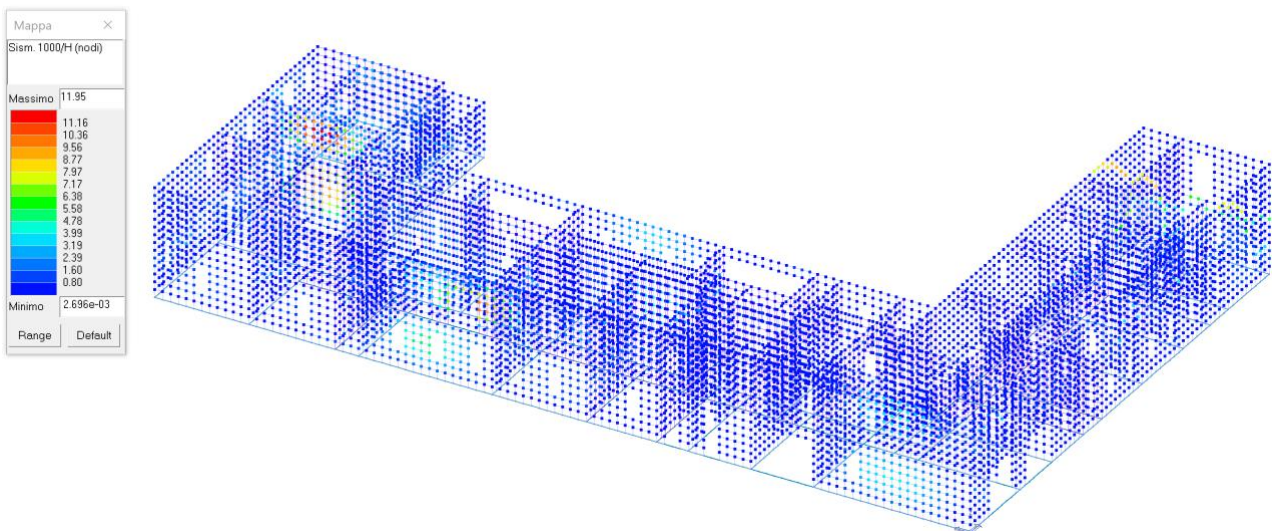
Dove:

d_u lo spostamento di interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e di quello inferiore,

h altezza di piano.

11.3.1 Spostamento di interpiano in direzione x

La verifica non è soddisfatta in quanto lo spostamento massimo di interpiano in direzione x è maggiore dello 0,2%, così come è mostrato nella figura seguente:

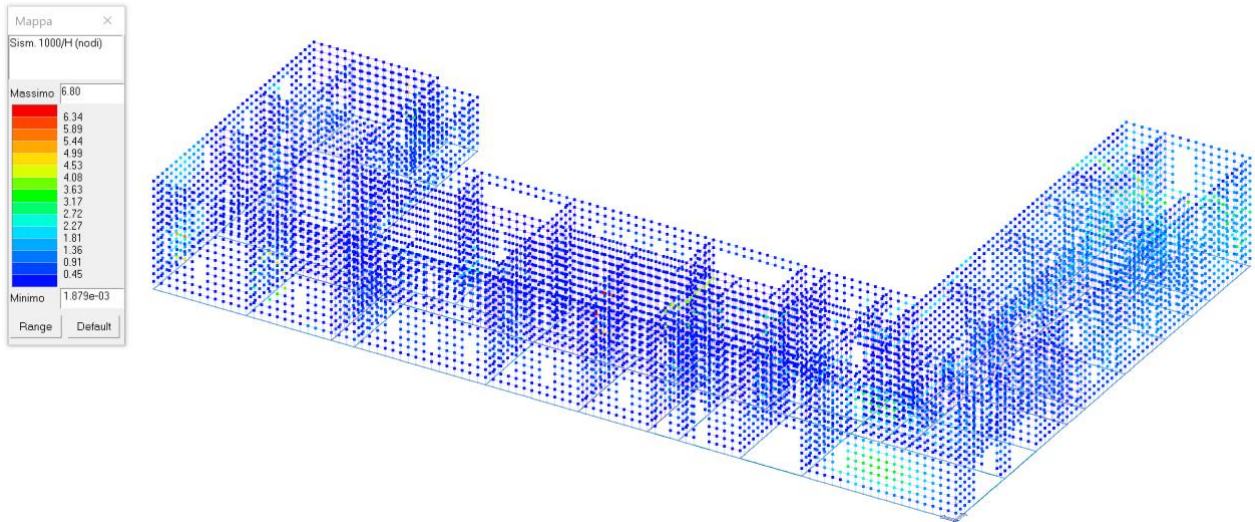


Valori dello spostamento massimo di interpiano in direzione x allo SLD

$$\delta_{\max-rel-x} = 1,2\% > 0,20\% \quad \text{spostamento di interpiano lungo x}$$

11.3.2 Spostamento di interpiano in direzione y

La verifica non è soddisfatta in quanto lo spostamento massimo di interpiano in direzione y è maggiore dello 0,2%, così come è mostrato nella figura seguente:



Valori dello spostamento massimo di interpiano in direzione y allo SLD

$$\delta_{\max-rel-y} = 0,68\% > 0,2\% \quad \text{spostamento di interpiano lungo y}$$

11.4 STATO DI FATTO: Vulnerabilità globale – indici di rischio SLV

Sono stati considerati diversi meccanismi di collasso che interessano i vari elementi della struttura, di seguito riassunti.

Verifiche in termini di resistenza SLV

Elementi in muratura:

- pressoflessione nel piano (N/Mp), fuori dal piano (N/Mo) e taglio (V) delle pareti.

Verifica in termini di capacità limite del terreno di fondazione (SLV)

- stima della capacità limite del terreno di fondazione (portanza)

$$a_{g-SLV-fondazioni} > a_{g-SLV,rif} = 0,186g \quad T_{R-SLV-fondazioni} > 712 \text{ anni} \quad \text{SLV}$$

Verifica in termini di deformabilità SLD

- deformazione di interpiano.

I risultati ottenuti sono sinteticamente riassunti nella tabella di seguito riportata:

STATO DI FATTO							
SLV							
Muratura	valori da modello SLV			PGA - SLV	ag - SDF	TR - SLV	TR - SDF
Pareti	N/Mp	1,5		0,186	0,124	712	270
	V	3		0,186	0,062	712	60
	N/Mo	2,5		0,186	0,074	712	85
SLD							
	valori da modello SLD (%)			PGA - SLD	limite interpiano (%)	ag - SDF	TR - SLD
Spostamento	x	1,2		0,069	0,2	0,012	75
	y	0,68		0,069	0,2	0,020	75

Dai valori ricavati si ottengono i seguenti indicatori di rischio:

INDICATORI DI RISCHIO - SDF					
SLV					
Muratura			alfa - SLV	beta - SLV	(beta - SLV) ^{0,41}
Pareti	N/Mp		0,67	0,38	0,67
	V		0,33	0,08	0,36
	N/Mo		0,40	0,12	0,42
SLD					
			alfa - SLD	beta - SLD	(beta - SLD) ^{0,41}
Spostamento	x		0,17	0,27	0,58
	y		0,29	0,27	0,58

Considerando il primo meccanismo che si attiva (ovvero quello caratterizzato dal valore più basso di accelerazione) si ottengono i seguenti valori:

L'indicatore di rischio calcolato in base al rapporto tra le accelerazioni vale:

$$a_{V-PGA} = \frac{a_{g-SLV}}{a_{g-SLV,rif}} = \frac{0,062}{0,186} = 0,33 \quad \text{taglio nelle pareti in muratura (SLV)}$$

$$a_{D-PGA} = \frac{a_{g-SLD}}{a_{g-SLD,rif}} = \frac{0,012}{0,069} = 0,17 \quad \text{deformazione di piano lungo x (SLD)}$$

Allo stato di fatto, quindi si è stimato che la struttura non sia verificabile per valori di PGA superiori al 33% dell'azione di riferimento del sisma allo SLV.

Come riportato nel capitolo 8.4.2 del DM 17/01/2018, per la combinazione sismica SLV, il valore di ζ_E per la struttura allo stato di fatto vale:

$$\zeta_{E-sdf} = \alpha_{V-PGA} = 0,33$$

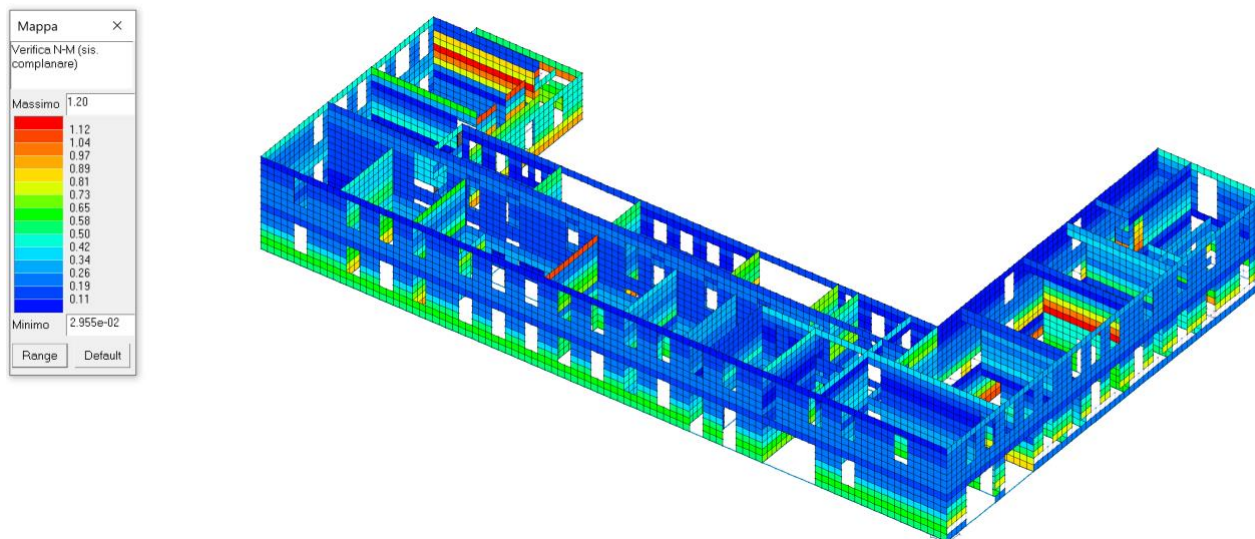
12. PROGETTO: CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI SICUREZZA

Il calcolo delle sollecitazioni derivanti dal sisma di riferimento effettivamente agenti sull'edificio a seguito della messa in opera degli interventi di miglioramento progettati e le verifiche di resistenza degli elementi strutturali esistenti, vengono svolti con riferimento ai carichi considerati in dettaglio nell'analisi sviluppata nei Capitoli 8 e 9.

Tramite l'analisi dinamica lineare sviluppata, si individuano gli elementi resistenti alle azioni orizzontali che non soddisfano i criteri di verifica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Infine, si procede al controllo degli spostamenti della struttura in termini di spostamenti relativi di interpiano (SLD).

12.1 Pareti in muratura – verifica SLV

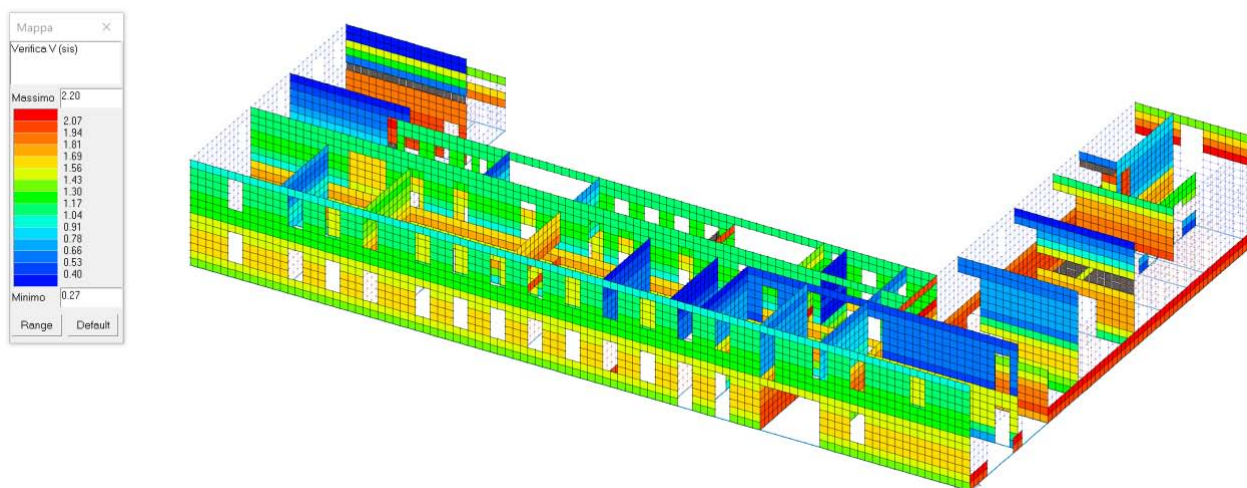
I valori delle verifiche SLV per le pareti in muratura dell'edificio a seguito della messa in opera dell'intervento progettato sono riportati sotto forma di mappe di colore, illustrate nelle seguenti figure:



Verifica N/Mp

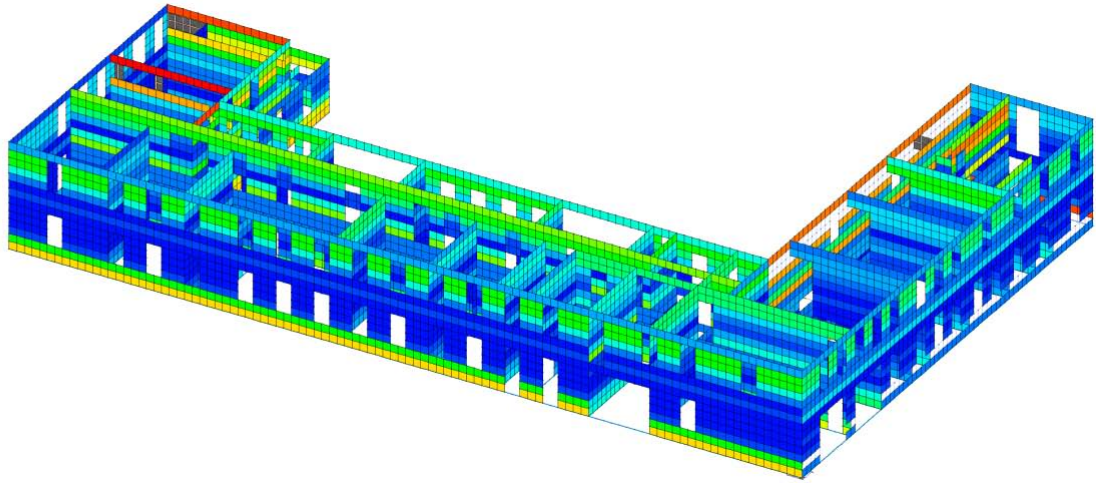
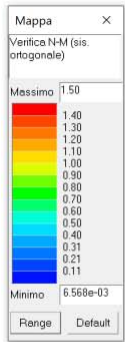
La verifica a pressoflessione nel piano (N/Mp) di alcune pareti ancora non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di 1, ma è minore dell'indice ottenuto nell'edificio privo degli interventi proposti:

$$I(N/M_p)_{\max} = 1,2.$$



Verifica V

La verifica a taglio (V) di alcune pareti ancora non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di 1, ma è minore dell'indice ottenuto nell'edificio privo degli interventi proposti: $I(V)_{\max} = 2,2$

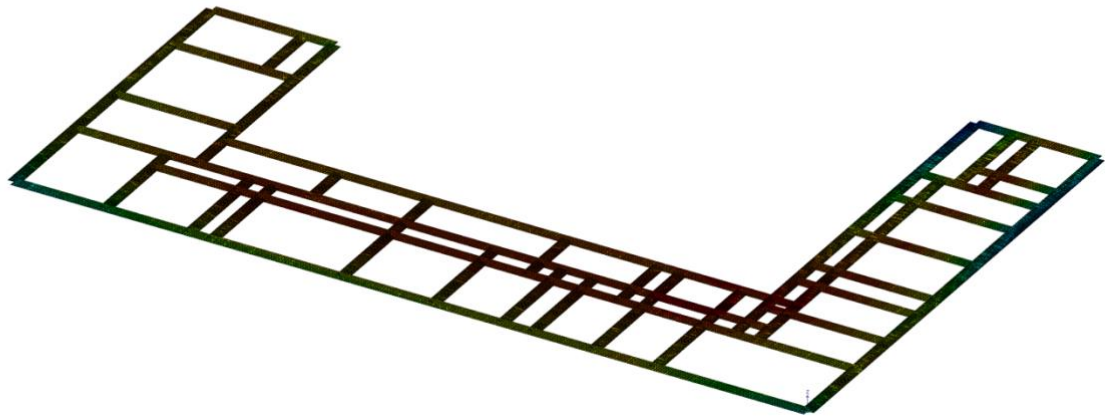
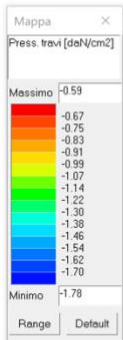


Verifica N/Mo

La verifica a pressoflessione fuori dal piano (N/Mo) di alcune pareti ancora non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di 1, ma è minore dell'indice ottenuto nell'edificio privo degli interventi proposti: $I(N / M_o)_{\max} = 1,50$.

12.2 Pressione di contatto fondazione/terreno – verifica SLV

Considerando che il valore massimo di pressione sul terreno (riportato per via grafica sotto forma di mappe di colore, illustrate nelle seguenti figure), per le travi di fondazione è pari a $\sigma_{t/\max} = 1,8 \text{ daN} / \text{cm}^2$, si legittima un coefficiente di sicurezza rispetto al valore ultimo di portanza sicuramente maggiore di 1 ($FS = q_{\text{lim}} / \sigma_{t/\max} > 1,0$).

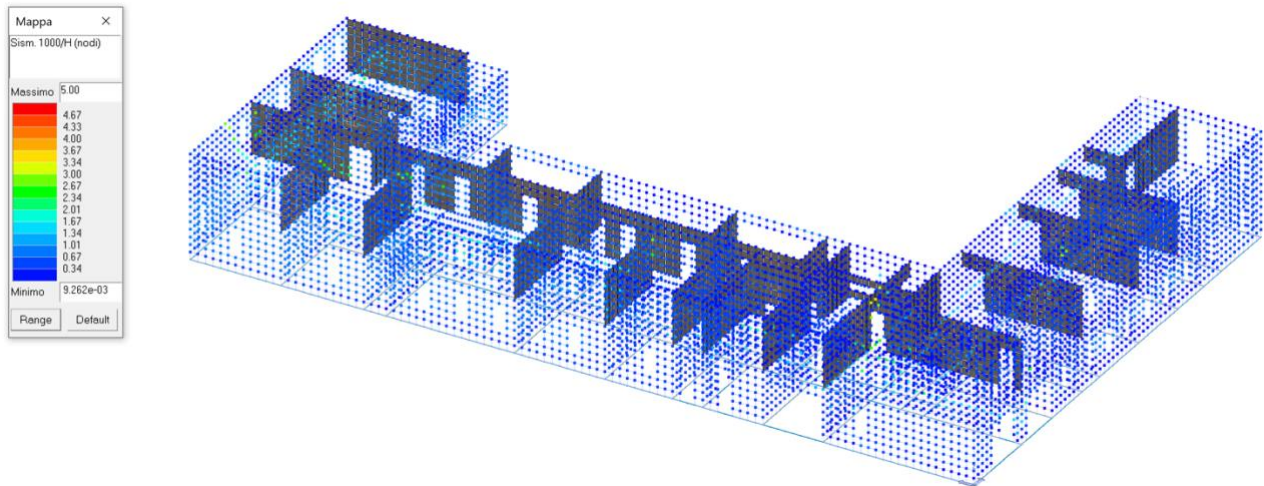


Pressione massima di contatto fondazione/terreno

12.3 Verifiche di deformabilità SLD

12.3.1 Spostamento di interpiano in direzione x

La verifica non è soddisfatta in quanto lo spostamento massimo di interpiano in direzione x è maggiore dello 0,2%, così come è mostrato nella figura seguente:



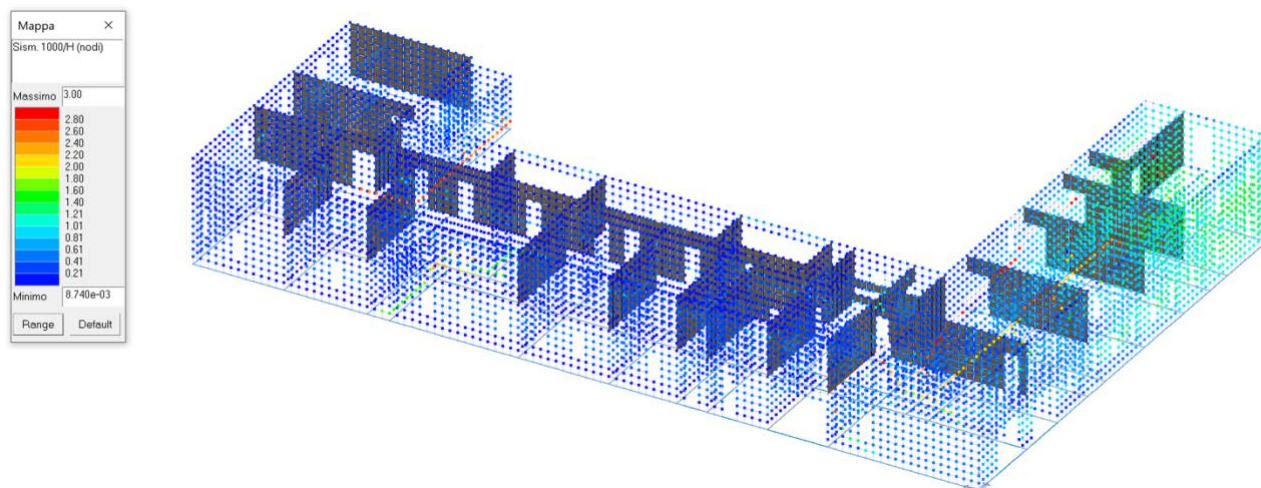
Valori dello spostamento massimo longitudinale di interpiano in direzione x allo SLD

$$\delta_{\max-rel-x-migliorato} = 0,50\% > 0,2\% \quad \text{spostamento di interpiano lungo x}$$

Inoltre, il valore trovato a seguito del miglioramento è minore di quello ottenuto per la struttura allo stato di fatto $\delta_{\max-rel-x-migliorato} = 0,50\% < 1,2\%$.

12.3.2 Spostamento di interpiano in direzione y

La verifica non è soddisfatta in quanto lo spostamento massimo di interpiano in direzione y è maggiore dello 0,2%, così come è mostrato nella figura seguente:



Valori dello spostamento massimo longitudinale di interpiano in direzione y allo SLD

$$\delta_{\max-rel-y-migliorato} = 0,30\% > 0,20\% \quad \text{spostamento di interpiano lungo y}$$

Inoltre, il valore trovato a seguito del miglioramento è minore di quello ottenuto per la struttura allo stato di fatto $\delta_{\max-rel-y-migliorato} = 0,30\% < 0,68\%$.

12.4 PROGETTO: Vulnerabilità globale – indici di rischio SLV

Sono stati considerati diversi meccanismi di collasso che interessano i vari elementi della struttura, di seguito riassunti.

Verifiche in termini di resistenza SLV

Elementi in muratura:

- pressoflessione nel piano (N/Mp), fuori dal piano (N/Mo) e taglio (V) delle pareti.

Verifica in termini di capacità limite del terreno di fondazione (SLV)

- stima della capacità limite del terreno di fondazione (portanza)

$$a_{g-SLV-fondazioni} > a_{g-SLV,rif} = 0,186g \quad T_{R-SLV-fondazioni} > 712 \text{ anni} \quad \text{SLV}$$

Verifica in termini di deformabilità SLD

- deformazione di interpiano.

I risultati ottenuti sono sinteticamente riassunti nella tabella di seguito riportata:

MIGLIORAMENTO							
SLV							
Muratura	valori da modello SLV			PGA - SLV	ag - MIGL	TR - SLV	TR - MIGL
Pareti	N/Mp	1,2		0,186	0,155	712	455
	V	2,2		0,186	0,085	712	112
	N/Mo	1,5		0,186	0,124	712	270
SLD							
	valori da modello SLD (%)			PGA - SLD	limite interpiano (%)	ag - MIGL	TR - MIGL
Spostamento	x	0,5		0,069	0,2	0,028	75
	y	0,3		0,069	0,2	0,046	30

Dai valori ricavati si ottengono i seguenti indicatori di rischio:

INDICATORI DI RISCHIO - MIGLIORAMENTO					
SLV					
Muratura			alfa - SLV	beta - SLV	(beta - SLV) ^{0,41}
Pareti	N/Mp		0,83	0,64	0,83
	V		0,45	0,16	0,47
	N/Mo		0,67	0,38	0,67
SLD					
Spostamento	x		0,40	0,27	0,58
	y		0,67	0,40	0,69

Considerando il primo meccanismo che si attiva (ovvero quello caratterizzato dal valore più basso di accelerazione) si ottengono i seguenti valori:

L'indicatore di rischio calcolato in base al rapporto tra le accelerazioni vale:

$$a_{V-PGA} = \frac{a_{g-SLV}}{a_{g-SLV,rif}} = \frac{0,085}{0,186} = 0,45 \quad \text{taglio nelle pareti in muratura (SLV)}$$

$$a_{D-PGA} = \frac{a_{g-SLD}}{a_{g-SLD,rif}} = \frac{0,028}{0,069} = 0,40 \quad \text{deformazione di piano lungo x (SLD)}$$

Dopo la messa in opera degli interventi di miglioramento, la struttura non è verificabile per valori di PGA superiori al 45% dell'azione di riferimento del sisma allo SLV.

Come riportato nel capitolo 8.4.2 del DM 17/01/2018, per la combinazione sismica SLV, il valore di ζ_E per la struttura a seguito dell'intervento di miglioramento vale:

$$\zeta_{E-migl} = \alpha_{V-PGA} = 0,45$$

13. CONCLUSIONI

13.1 Stato di fatto

Indice di rischio calcolato sul meccanismo che prima si attiva a livello di vulnerabilità globale della struttura, caratterizzato dal valore più basso di accelerazione, ottenuto sulla base del rapporto tra la accelerazione di attivazione del meccanismo e la accelerazione di riferimento allo SLV:

- crisi per rottura a taglio della muratura - $\zeta_{E-sdf} = \alpha_{V-PGA} = 0,33$

(la resistenza a taglio delle murature della struttura è pari al 33% dell'azione di riferimento del sisma allo SLV)

13.2 Stato di Progetto

Indice di rischio calcolato sul meccanismo che prima si attiva a livello di vulnerabilità globale della struttura, caratterizzato dal valore più basso di accelerazione, ottenuto sulla base del rapporto tra la accelerazione di attivazione del meccanismo e la accelerazione di riferimento allo SLV:

- crisi per rottura a taglio della muratura a seguito degli interventi di miglioramento –

$$\zeta_{E-migl} = \alpha_{V-PGA} = 0,45$$

(il meccanismo di crisi per rottura a taglio delle murature della struttura si attiva per un valore di accelerazione pari al 45% dell'azione di riferimento del sisma allo SLV)

13.3 Osservazioni finali

Dalle analisi condotte si evince quanto segue:

	Percentuale di accelerazione di riferimento allo SLV (0,196g) che può tollerare la struttura prima di innescare il primo meccanismo di crisi - SDF	Percentuale di accelerazione di riferimento allo SLV (0,196g) che può tollerare la struttura prima di innescare il primo meccanismo di crisi - PROGETTO	Percentuale di miglioramento ottenuto
POLI	33%	45%	36%

Nel caso in esame l'incremento del valore di ζ_E ($\Delta\zeta_E$) ottenuto con il progetto di consolidamento statico e miglioramento sismico della struttura è maggiore di 0,1, così come prescritto per gli interventi di miglioramento al capitolo 8.4.2 per le strutture di classe III.

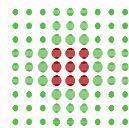
8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno $\zeta_E = 1,0$.

$$\Delta\zeta_E = \zeta_{E-migl} - \zeta_{E-sdf} = 0,45 - 0,33 = 0,12 > 0,1$$



PROGETTO DI FATTIBILITA' STRUTTURALE PIANO PRIMO

