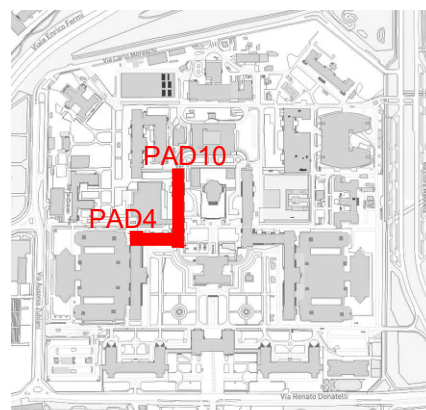


**ASST Grande Ospedale
Metropolitano Niguarda**

P.zza Ospedale Maggiore, 3
20162 Milano



**RISTRUTTURAZIONE PADIGLIONE CARATI -
NPI E PSICHIATRIA**
CUP H42C21001160002

RTP PROGETTAZIONE:

Mandataria:



Coordinamento del gruppo di
progettazione e integrazione tra le
prestazioni specialistiche.
Progettazione impiantistica,
acustica, energetica e sostenibilità

PROGETTAZIONE
IMPIANTI ELETTRICI
Ing. Carlo Osnaghi

PROGETTAZIONE
IMPIANTI MECCANICI
Ing. Alessandro Nicali

TECNICO COMPETENTE
IN ACUSTICA
Dott. Walter Tiano

Mandante:



Progettazione edile, sanitaria e
strutturale

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA e
COORDINATORE PER LA
SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
arch. Sonia Baldelli

PROGETTAZIONE
STRUTTURALE
Ing. Marco Cogliati

Consulenti esclusi dall'RTP:



Progetto prevenzione incendi

TECNICO PREVENZIONE
INCENDI
Geom. Guido Zaccarelli

ASST Grande Ospedale Metropolitano Niguarda

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Dott. Ing. Davide Brena

RESPONSABILE DI PROCEDIMENTO
Dott. Arch. Pierfederico Ferrario di Tor Vajana

DIRETTORE GENERALE
Dott. Alberto Zoli

DIRETTORE AMMINISTRATIVO
avv. Alberto Russo

DIRETTORE SANITARIO
Dott. Giuseppe Sechi

DIRETTORE SOCIO-SANITARIO
Dott.ssa Laura Zoppini

Rev	Data	Aggiornamenti	Compilato	Verificato	Approvato
02					
01					
00	29/07/2026	EMISSIONE PER CONFERENZA DEI SERVIZI	PC	MC	MC

Titolo Intervento

RISTRUTTURAZIONE PADIGLIONE CARATI - NPI E PSICHIATRIA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Titolo
PROGETTO STRUTTURALE
RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE

Scala

-

File
PFTE_V_10_S1_R_001_00

Codice elaborato

PFTE

V

10

S1

R

001

Fase

Livello

Unità Funz.

Categoria

Tipologia

Numero

Indice

1	INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI DELL'INTERVENTO	2
2	ANALISI DELLO STATO DI FATTO E CONFIGURAZIONE ETEROGENEA	3
3	LIVELLO DI CONOSCENZA (LC2) E INDAGINI SUI MATERIALI	5
4	APPROFONDIMENTO METODOLOGICO SULLA VALUTAZIONE DEL RAPPORTO DI CAPACITÀ ZE	6
5	DESCRIZIONE DELLA STRATEGIA E DELLE OPERE STRUTTURALI	8
5.1	Cucitura strutturale dei giunti selezione (accoppiamento corpi 1-2 e 4-5).....	8
5.2	Mantenimento e adeguamento dei giunti residui (giunti 2-3 e 3-4)	8
5.3	Inserimento di nuovi setti in cemento armato (assorbimento azione sismica)	8
5.4	Interventi al piano interrato	9
5.5	Corpo scala e vano ascensore per il collegamento tra il Padiglione 5 e il Padiglione 10.....	9
6	GESTIONE DEL CANTIERE E SALVAGUARDIA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO	12
7	CONCLUSIONI	13

1 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

Il presente documento costituisce la Relazione Tecnica Descrittiva relativa alle opere di miglioramento sismico da eseguirsi presso il Padiglione 10 "Carati" del complesso ospedaliero della ASST Grande Ospedale Metropolitano Niguarda di Milano.

L'immobile, sebbene attualmente inutilizzato nei suoi piani fuori terra, svolge un ruolo infrastrutturale importante per l'intero nosocomio: il suo piano interrato funge infatti da snodo logistico e ospita reti impiantistiche tuttora in esercizio a servizio di altri padiglioni attivi del presidio.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018), l'opera viene classificata in **Classe d'Uso IV** (strutture con funzioni pubbliche o strategiche importanti, la cui funzionalità durante e dopo un evento sismico assume rilievo fondamentale).

L'obiettivo prefissato dal progetto è l'incremento della capacità di resistenza del complesso nei confronti delle azioni orizzontali sismiche, traguardando un rapporto di capacità in sicurezza (indice di rischio sismico) pari a $zE \geq 0,60$.

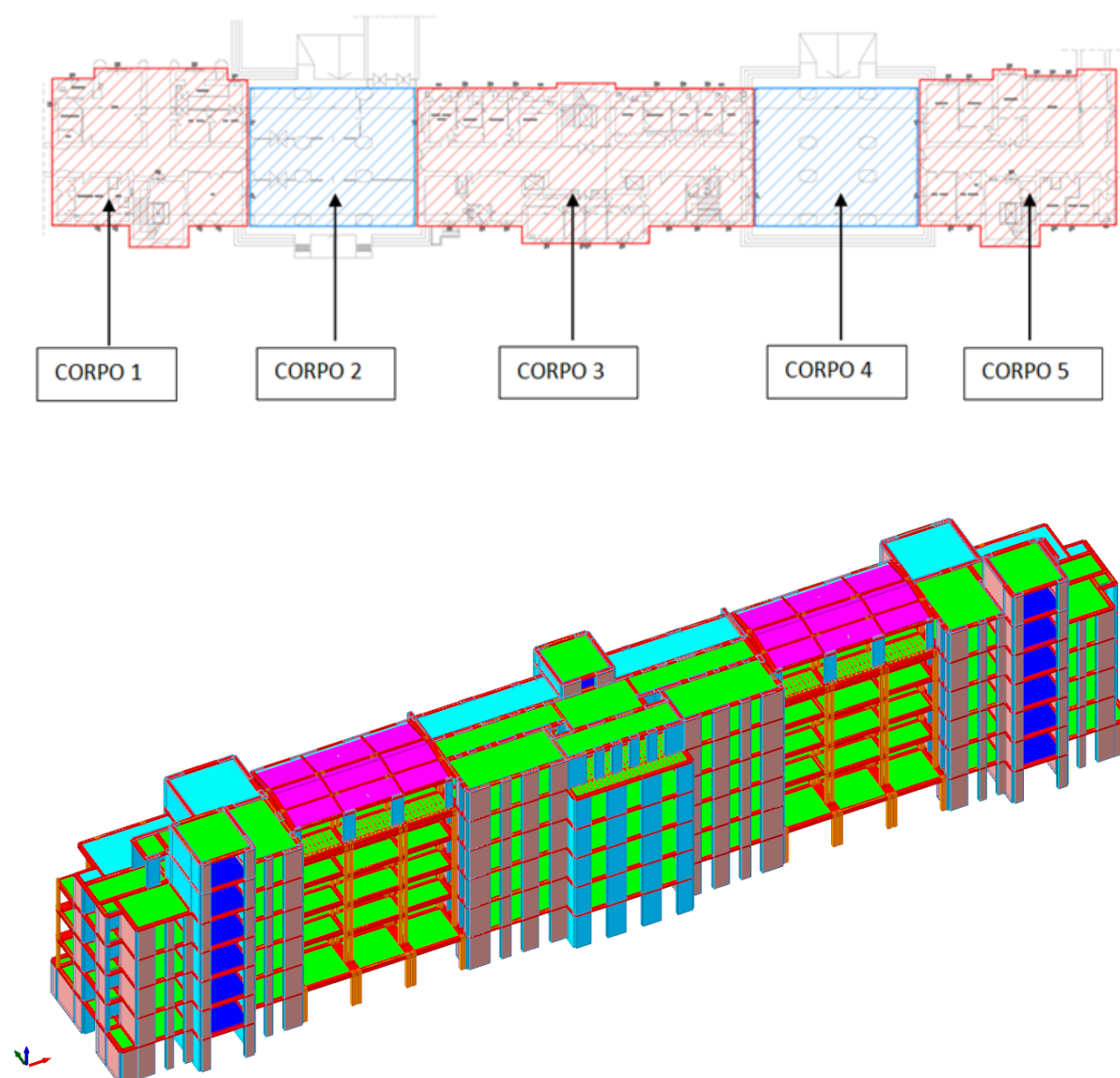
La strategia ingegneristica adotta un principio di regolarizzazione della risposta dinamica globale basato sulla **cucitura selettiva dei giunti strutturali** e sull'introduzione di un **nuovo sistema iperstatico di setti in cemento armato** progettato per assorbire la totalità dell'azione sismica di progetto.

2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO E CONFIGURAZIONE ETEROGENEA

Il Padiglione 10 presenta una configurazione plano-altimetrica complessa composta da **cinque corpi di fabbrica strutturalmente indipendenti** in elevazione, separati da giunti di dilatazione originari insistenti su un unico livello ipogeo.

La schematizzazione dei corpi di fabbrica è la seguente:

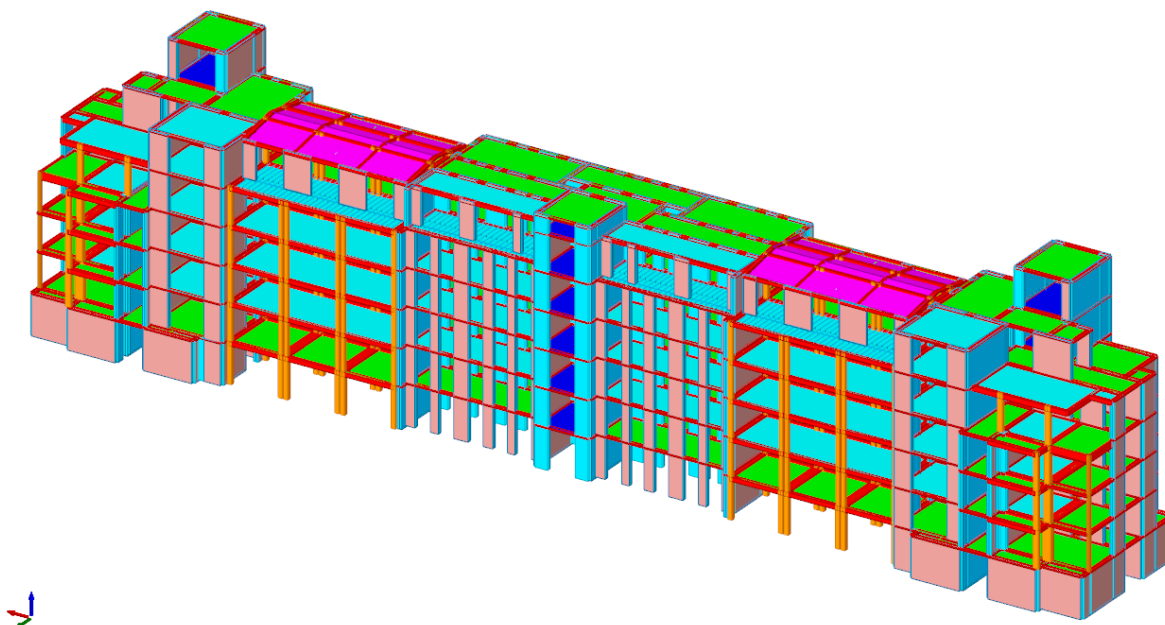
[Corpo 1] = giunto = [Corpo 2] = giunto = [Corpo 3] = giunto = [Corpo 4] = giunto = [Corpo 5]
 (Muratura) (C.A. Telai) (Muratura) (C.A. Telai) (Muratura)



Vista assonometrica modello di calcolo della struttura

PFTE PAD10

Progetto strutturale - Relazione tecnica strutturale



Vista assonometrica modello di calcolo della struttura

La vulnerabilità sismica intrinseca dell'aggregato è legata alla profonda dissomiglianza dei sistemi resistenti e dei materiali impiegati nei diversi blocchi:

- **Piano Interrato:** Struttura con pareti verticali e fondazioni realizzate in **calcestruzzo non armato**. Questo livello è parzialmente occupato da porzioni logistiche ed è attraversato da dorsali impiantistiche primarie attive (vapore, fluidi medicinali, reti elettriche e idrico-antincendio) che alimentano le restanti aree dell'ospedale.
- **Corpi 1, 3 e 5 (Elevazione – Struttura in Muratura Portante):** Blocchi storici costituiti da murature in mattoni pieni e malta bastarda a base calce. Presentano solai monodirezionali in latero-cemento e/o con profilati metallici; tali solai risultano flessibili e con cappe ove presenti prive di armature.
- **Corpi 2 e 4 (Elevazione – Struttura in Cemento Armato):** Blocchi con struttura a telaio (travi e pilastri in c.a.) dimensionati all'epoca per i soli carichi verticali statici, caratterizzati da deficit strutturali nell'armatura trasversale e assenza di confinamento nei nodi. Presentano solai monodirezionali in latero-cemento e/o con profilati metallici; tali solai risultano flessibili e con cappe ove presenti prive di armature.
- **Giunti Strutturali inter-corpi:** I giunti originali (luce netta inferiore a 3 cm) espongono le strutture a gravi fenomeni di **martellamento mutuo** dovuto al forte disallineamento delle rigidità dinamiche tra i blocchi in c.a. (flessibili) e quelli in muratura (rigidi).

3 LIVELLO DI CONOSCENZA (LC2) E INDAGINI SUI MATERIALI

Ai fini della corretta valutazione della vulnerabilità sismica, è stata eseguita una estesa campagna di rilievi e prove sperimentali in situ ed in laboratorio, dimensionata per il raggiungimento del Livello di Conoscenza LC2 (Conoscenza Adeguata) ai sensi della Tabella C8.1 della Circolare n. 7/2019.

- **Indagini eseguite:** Martinetti piatti doppi ed endoscopie sui corpi in muratura; pacometrie, carotaggi meccanici ed estrazione di provini di acciaio sui corpi in c.a.; prelievi di carote cilindriche sul calcestruzzo non armato dell'interrato abbinati a prove SonReb.
- **Fattore di Confidenza F_c :** In base al livello conoscitivo raggiunto, si assume un parametro pari a **1,20**, applicato come divisore delle resistenze dei materiali esistenti nelle verifiche di sicurezza.

4 APPROFONDIMENTO METODOLOGICO SULLA VALUTAZIONE DEL RAPPORTO DI CAPACITÀ ZE

Il calcolo dell'indice di rischio sismico ζE esprime il grado di adeguatezza sismica del manufatto ed è calcolato come rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo massima sostenibile dalla struttura prima del raggiungimento dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) detta "PGAC" e l'accelerazione di domanda sismica del sito detta "PGAD":

$$\zeta E = PGAC / PGAD$$

Modellazione Numerica e Strategia di Calcolo delle PGA

L'analisi è stata condotta implementando un modello globale di calcolo tridimensionale ad elementi finiti (F.E.M.).

Nel modello di progetto, lo stato di vincolo tra i corpi è stato modificato inserendo collegamenti rigidi (cuciture) tra i blocchi 1-2 e 4-5, mentre sono stati mantenuti svincolati i giunti tra i corpi 2-3 e 3-4.

- **Domanda Sismica del Sito PGA_D :** Per la coordinata geografica dell'Ospedale Niguarda (sottosuolo cat. C, topografia T1), l'accelerazione al suolo di riferimento SLV per la Classe d'Uso IV (tempo di ritorno $TR = 945$ anni) determina PGA_D
- **Stato di Fatto (Ante-Intervento):** La crisi precoce dei corpi in muratura per ribaltamento fuori piano e il martellamento distruttivo nei giunti sottodimensionati evidenziato un'accelerazione di capacità critica $PGA_C < PGA_D$

L'indice di rischio sismico nello stato attuale è $\zeta E = PGAC / PGAD$

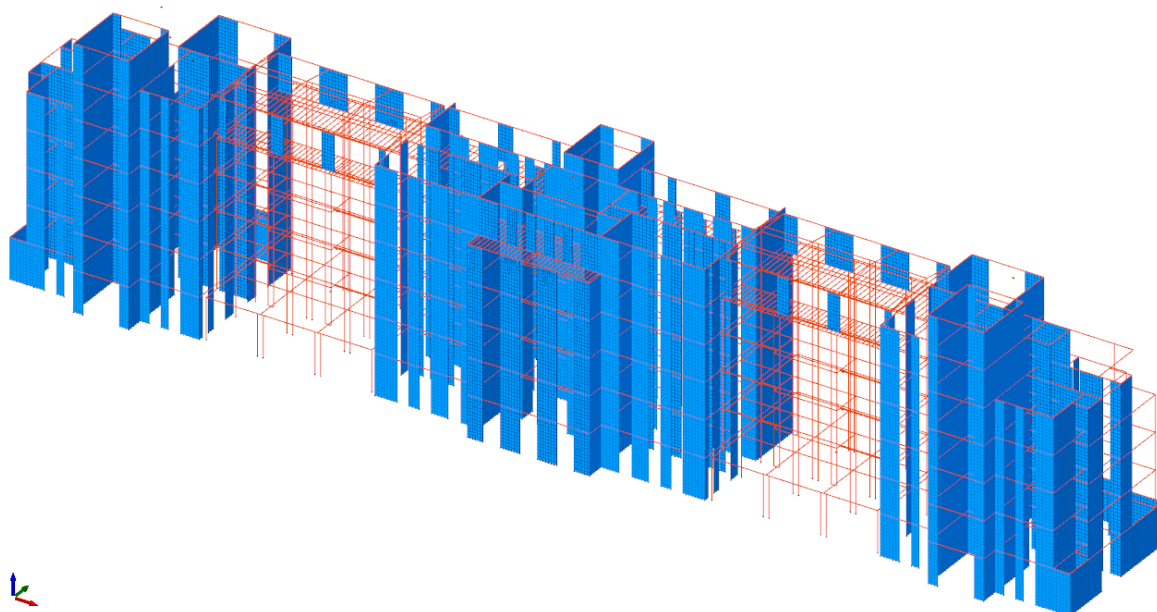
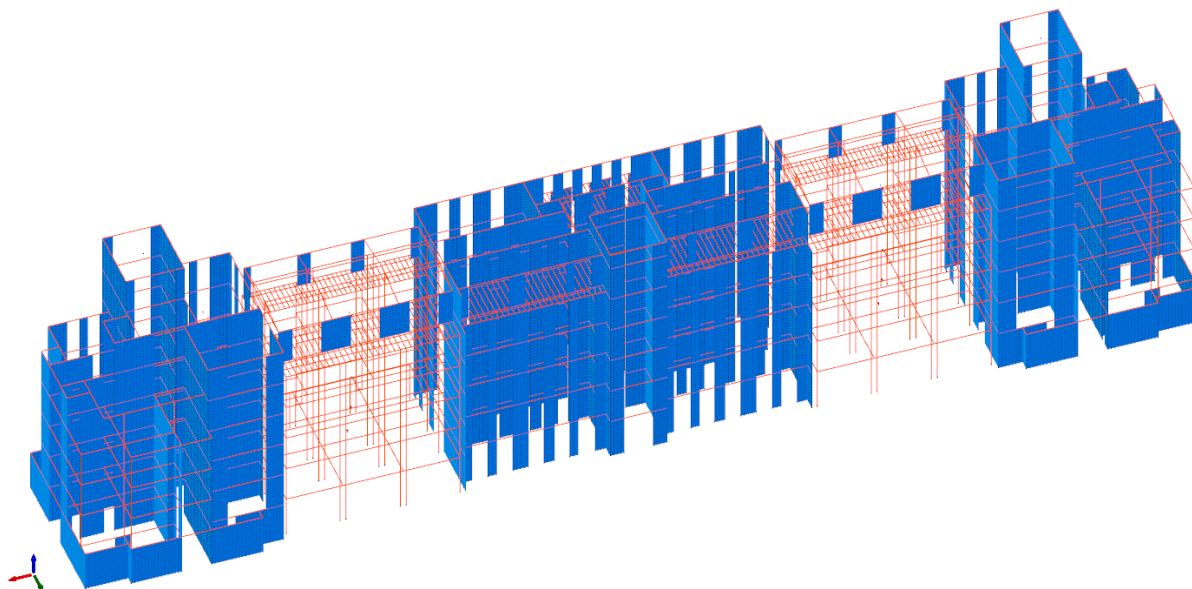
- **Stato di Progetto (Post-Intervento):** Grazie alla parziale unificazione strutturale dei corpi e all'inserimento dei nuovi setti in c.a. (progettati per assorbire il 100% dell'azione sismica orizzontale), i punti di rottura locali e globali vengono superati.

L'indice di rischio sismico finale conseguito è:

$$\zeta E = PGAC / PGAD \geq 0,60 \text{ asseverando il superamento del target progettuale minimo prefissato.}$$

PFTE PAD10

Progetto strutturale - Relazione tecnica strutturale



5 DESCRIZIONE DELLA STRATEGIA E DELLE OPERE STRUTTURALI

La strategia progettuale prevede una profonda riconfigurazione dello schema dinamico del Padiglione 10, riducendo i cinque corpi indipendenti a tre macro-blocchi oscillanti e demandando la stabilità globale a nuovi elementi rigidi.

[Macro-Blocco A: 1 + 2] == giunto == [Corpo 3] == giunto == [Macro-Blocco B: 4 + 5]

(Cucito: Muratura + C.A.)

(Muratura)

(Cucito: C.A. + Muratura)

5.1 Cucitura strutturale dei giunti selezione (accoppiamento corpi 1-2 e 4-5)

Per eliminare il martellamento e regolarizzare le masse partecipanti, i giunti tra il Corpo 1 e il Corpo 2, e tra il Corpo 4 e il Corpo 5 vengono permanentemente eliminati mediante **opere di cucitura strutturale e ammassamento**:

- **Perforazioni armate passanti:** Esecuzione di perforazioni armate orizzontali incrociate all'interfaccia tra la muratura (Corpi 1 e 5) e i telai in cemento armato (Corpi 2 e 4). All'interno dei fori verranno inserite barre in acciaio ad aderenza migliorata sigillate con resine epossidiche ad altissima resistenza strutturale.
- **Continuità dei solai:** In corrispondenza della linea di giunto demolita superficialmente, le cappe collaboranti dei solai verranno gettate in continuità, ripristinando la trasmissione degli sforzi di taglio e trazione tra i corpi accoppiati.

5.2 Mantenimento e adeguamento dei giunti residui (giunti 2-3 e 3-4)

I giunti di dilatazione originari disposti tra il Corpo 2 (c.a.) e il Corpo 3 (muratura), e tra il Corpo 3 (muratura) e il Corpo 4 (c.a.) vengono mantenuti attivi per assecondare la naturale transizione termodinamica del corpo centrale.

- **Bonifica meccanica:** I due giunti residui verranno ripuliti da detriti storici e allargati localmente mediante idrodemolizione o taglio meccanico controllato per garantire la luce netta di oscillazione calcolata.
- **Posa di profili sismici:** Installazione di giunti sismici a pavimento ad ampia escursione meccanica (± 50 mm), completati internamente da barriere flessibili tagliafuoco e fumi.

5.3 Inserimento di nuovi setti in cemento armato (assorbimento azione sismica)

L'intera azione sismica orizzontale di progetto viene affidata a un nuovo sistema di setti in cemento armato, disposti compatibilmente con la distribuzione architettonica, il più possibile simmetricamente in pianta all'interno dei macro-blocchi risultanti.

- **Funzione Strutturale:** I telai in c.a. e i maschi murari esistenti vengono completamente sgravati dalle sollecitazioni sismiche orizzontali (taglio e pressoflessione).
I nuovi setti in c.a. assorbiranno il 100% delle forze d'inerzia generate dal sisma.
- **Sviluppo Altimetrico e Fondazioni:** I setti si sviluppano verticalmente per tutta l'altezza del padiglione a partire dal piano interrato.

Data la natura non armata del calcestruzzo dell'interrato esistente, i nuovi setti saranno dotati di **nuove strutture di fondazione dedicate** (cordoli di base e/o platee di sottomurazione), strutturalmente isolate ed indipendenti dalle vecchie fondazioni continue in cls leggermente armate.

- **Collegamento ai solai esistenti:** Il trasferimento delle forze d'inerzia dai piani ai nuovi setti resistenti è garantito dalle nuove **cappe collaboranti in calcestruzzo leggero (spessore 5 cm)** gettate all'estradosso di tutti i solai dell'edificio e rigidamente connesse ai setti tramite armature di ripresa chimicamente ancorate.

5.4 Interventi al piano interrato

Nelle aree ipogee adiacenti ai nuovi setti in c.a., le vecchie pareti in calcestruzzo non armato soggette a sollecitazioni di transizione verranno confinate superficialmente tramite l'applicazione di **betoncini e reti metalliche elettrosaldate**, escludendo demolizioni massive.

5.5 Corpo scala e vano ascensore per il collegamento tra il Padiglione 5 e il Padiglione 10

L'opera si configura come un volume strutturalmente indipendente (o giuntato agli edifici esistenti) realizzato in **cemento armato gettato in opera**, progettato per garantire l'accessibilità, il superamento delle barriere architettoniche e il collegamento tra il padiglione 10 e la copertura del padiglione 5.

L'infrastruttura servirà operativamente:

- **Piano Primo:** sbarco diretto/connessione ai percorsi esistenti.
- **Piano Secondo:** sbarco del vano scala/ascensore che si innesta su una nuova struttura di collegamento in carpenteria metallica.

5.5.1 Descrizione tipologica e geometrica dell'opera

L'intervento si articola in due macro-elementi strutturali distinti e integrati:

Vano Corsa Ascensore e Corpo Scala (C.A.)

- **Vano Corsa Ascensore:** Realizzato mediante setti continui in cemento armato di spessore pari a 25 cm. La struttura a scatola chiusa garantisce un'elevata rigidità flessionale e torsionale, fungendo anche da elemento di controvento primario nei confronti delle azioni orizzontali (sisma e vento).
- **Corpo Scala:** Costituito da rampe con soletta a spessore costante (soletta rampante) e pianerottoli d'interpiano in c.a. vincolati ai setti del vano ascensore e a pilastri/setti perimetrali. La scala garantisce la continuità verticale dal piano terra fino al piano secondo.

Struttura di Sbarco in Carpenteria Metallica (Piano Secondo)

Al Piano Secondo, lo sbarco del vano ascensore e della rampa scala si inserisce all'interno di una struttura leggera in carpenteria metallica:

- **Orditura e Solai:** Composta da travi principali e secondarie in profili d'acciaio laminato (es. HEB / IPE) e solaio collaborante in lamiera grecata con getto di completamento in calcestruzzo.

- **Interfaccia C.A. - Acciaio:** Il collegamento tra la struttura in c.a. e la carpenteria metallica avviene tramite piastre d'acciaio tirantate con tasselli chimici/meccanici ad alte prestazioni o contropiastre annegate nel getto in fase di cassetatura.

5.5.2 Ambito di intervento e sviluppo ai piani

Livello	Funzione Strutturale e Collegamento
Piano Fondazioni	Platea di fondazione in c.a. per la ripartizione dei carichi al terreno.
Piano Terra	Struttura d'elevazione iniziale in setti e pilastri in c.a.
Piano Primo	Sbarco scala/ascensore in c.a. e collegamento al percorso di connessione del Padiglione 5 / Padiglione 10.
Piano Secondo	Sbarco principale su struttura in carpenteria metallica. Innesto della passerella d'acciaio per il collegamento tra i padiglioni.

5.5.3 Materiali previsti

Le classi di resistenza dei materiali sono individuate per garantire la durabilità richiesta dall'ambiente ospedaliero e il rispetto dei requisiti di resistenza al fuoco:

- Calcestruzzo Armato (Setti, Rampe, Fondazioni):
 - Classe di resistenza: C28/35 o C32/40
 - Classe di esposizione: XC2/XC4 (a seconda della presenza di elementi esposti all'esterno)
- Acciaio per C.A. (Barre e Reti Elettrosaldate):
 - B450C ad aderenza migliorata ed elevata duttilità.
- Acciaio Strutturale per Carpenteria Metallica (Piano Secondo):
 - S275JR per profili laminati e piastre di ancoraggio.
 - Bulloneria ad alta resistenza Classe 8.8.

5.5.4 Criteri di calcolo e verifiche strutturali

Le verifiche strutturali saranno condotte ai sensi del D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) considerando la Classe d'Uso IV (strutture ospedaliere con funzioni pubbliche o strategiche importanti).

1. Analisi dei Carichi:
 - Carichi Permanenti: Peso proprio degli elementi strutturali (c.a. e acciaio).

PFTE PAD10

Progetto strutturale - Relazione tecnica strutturale

- Carichi Permanenti Non Strutturali: Pavimentazioni, massetti, rivestimenti, parapetti, impianti, circa 250 daN/mq.
- Carichi Variabili: Categoria C3 (Aree affollate/scale/ambienti ospedalieri) con 500 daN/mq.

2. Azioni Sismiche:

- Modellazione tridimensionale agli elementi finiti (FEM).
- Verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di Danno (SLD).
- Studio dei giunti sismici di separazione rispetto ai corpi di fabbrica esistenti (elemento di collegamento tra il Padiglione 5 e il padiglione 10) per evitare fenomeni di martellamento.

6 GESTIONE DEL CANTIERE E SALVAGUARDIA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO

L'organizzazione logistica è vincolata dalla presenza dei sottoservizi del piano interrato:

1. **Sgombero e Svincolo Aree:** Le porzioni logistiche dell'interrato attualmente utilizzate verranno interamente liberate e sgomberate prima dell'inizio delle attività edili strutturali, isolando l'intero livello come area di cantiere.
2. **Isolamento delle Dorsali Impiantistiche Passanti:** Le reti tecnologiche attive a servizio degli altri padiglioni **non subiranno alcuna interruzione**. Prima degli scavi di fondazione o dei getti dei nuovi setti in c.a., le dorsali verranno protette con carterature rigide antiribaltamento e dotate di staffaggi provvisori.
3. **Compartimentazione Polveri:** Le zone di cantiere ipogee saranno segregate con teli sigillati a pressione negativa dotati di filtri, impedendo la propagazione delle polveri da demolizione o perforazione verso i corridoi tecnologici dell'ospedale.

7 CONCLUSIONI

La strategia strutturale adottata, basata sulla cucitura mirata dei giunti tra i corpi 1-2 e 4-5 e sull'introduzione di un nuovo sistema di controventamento isolato a setti in cemento armato, permette l'ottimale regolarizzazione geometrica e dinamica del Padiglione 10.

Le verifiche di sicurezza post-operam condotte sui modelli tridimensionali F.E.M. asseverano il raggiungimento di **un rapporto di capacità sismica globale pari a $\zeta E = PGAC / PGAD \geq 0,60$** superando la soglia minima del 60% richiesta dalle NTC 2018 per gli edifici esistenti di Classe IV.

L'intervento contempera la massima efficacia strutturale nei confronti dei terremoti con la tutela assoluta e la continuità d'esercizio delle reti impiantistiche passanti disposte al piano interrato, garantendo la resilienza tecnologica e la sicurezza del Presidio Ospedaliero Niguarda.