

A.T.P.  
Dott. Ing. Gianfranco Visconti  
Dott. Ing. Bruno Boldrin

Via Cesarea 17/11 16121 Genova Tel e fax: 010 543945  
E-mail: [mzvisco@fastwebnet.it](mailto:mzvisco@fastwebnet.it)  
[ingegneria@studioboldrin.it](mailto:ingegneria@studioboldrin.it)



REGIONE LIGURIA  
Dipartimento Salute  
e Servizi Sociali  
Settore Investimenti



U.O. Attività Tecniche



PNRR - M6 C2  
(Innovazione, Ricerca e Digitalizzazione del  
Servizio Sanitario Nazionale)  
Investimento 1.2  
(verso un ospedale sicuro e sostenibile)

Attività:

PNRR - M6C2 ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE ANTISISMICHE  
INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL PAD. SPECIALITA'  
IRCCS OSPEDALE POLICLINICO SAN MARTINO DI GENOVA  
Cod.Az.978 - CUP C31B22001310001  
RUP: Ing. Gabriele Guerzoni

Oggetto:

PROGETTO ESECUTIVO - INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO  
PADIGLIONE SPECIALITA' – IRCCS OSPEDALE POLICLINICO SAN MARTINO DI GENOVA

Titolo:

## RELAZIONE GENERALE

Doc. n: 238-d-001-r0-relazione generale.docx

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Note
0	6 Marzo 2023		25	GV	GV	BB	

Timbro e firma:

I Progettisti  
Dott. Ing. Gianfranco Visconti  
Dott. Ing. Bruno Boldrin

Elaborato:

**238**  
**D-001-R0**

## I N D I C E

<b>1. PREMESSA RELATIVA AL PROGETTO DELL'EDIFICIO SOGGETTO AD INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA SISMICA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. MEMORIA STORICA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E RELAZIONE FOTOGRAFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>5. SCELTA DELL'INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO IN FUNZIONE SIA DELL'ANALISI DI VULNERABILITA' E DELLA IMPRESCINDIBILE CONTINUITA' OPERATIVA DEL PADIGLIONE SPECIALITA' .....</b>	<b>19</b>
5.1 IL SISTEMA DI CONTROLLO ATTIVO ElectroPro 20x.....	20
5.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE CIVILI CONNESSE ALL'INSTALLAZIONE DEI SISTEMI. .....	22

## **1. PREMESSA RELATIVA AL PROGETTO DELL'EDIFICIO SOGGETTO AD INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO**

Il presente progetto prevede il miglioramento sismico del Blocco B centrale del Padiglione Specialità, facente parte dell'Ospedale Policlinico San Martino di Genova.

Il tutto si sviluppa nell'ambito del programma di riforme e investimenti di natura straordinaria dell'Unione Europea facenti parte del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - Missione 6 - Linea di Investimento 1.2 "verso un ospedale sicuro e sostenibile".

La presente relazione è redatta ai sensi del D.P.R.207/10 - art.33.1.a) e rappresenta descrizione generale dell'intervento di miglioramento sismico dell'edificio in oggetto.

## 2. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA SISMICA

Prima di passare alle valutazioni tecniche relative alle opere di miglioramento sismico del Padiglione B dell'Ospedale Policlinico San Martino di Genova, edificio nel quale una molteplicità di funzioni sanitarie, occorre segnalare quanto segue:

- ai sensi della D.G.R.1384/03 Allegato B l'immobile risulta individuato con il n°8 "*Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotate di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione*" nelle categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile. In particolare, si rileva che la stessa D.G.R. deriva dall'applicazione dell'art. 2 comma 4 dell'O.P.C.M. 3274/03 e dalla valutazione di affiancare all'elenco delle opere di competenza statale individuate dal Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.3685/03, quelle di competenza regionale, come un elenco complementare e non sovrapposto al primo. Da tale definizione di opera strategica, ai sensi della NTC 2018-D.M.17/01/2018, l'edificio viene inquadrato al cap.2.4.2 al cap. C.2.4.2 della Circ.7 del 21/01/2019, (in quanto facente parte delle costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità, in riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso) nella Classe d'Uso IV, con valore di coefficiente d'uso pari a 2,0 ed in conseguenza di ciò la stazione appaltante ha espresso la volontà di mantenere tali livelli progettuali;

- analogamente ai fini dell'attribuzione della Vita Nominale  $V_N$  di progetto (numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali), ai sensi dal cap.2.4.1 del suddetto D.lvl.17/O1/18 e della successiva Circ.7/19, si dovrà assumere Per la vita nominale  $V_N$ :

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab.2.4.1. – Valori minimi della Vita Nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Pertanto, in merito alla necessità di autorizzazione sismica, si rileva quanto segue:

- l'art. 94-bis del D.P.R. 380/2001 che, al comma 1, classifica gli interventi nei confronti della pubblica incolumità, in funzione delle caratteristiche delle opere e della classificazione sismica del territorio in cui vengono realizzate, distinguendoli, ai fini dell'applicazione dei Capi I, II e IV della Parte II del D.P.R., tra "rilevanti", di "minore rilevanza" e "privi di rilevanza";

- il comma 3 dell'art. 94-bis del D.P.R. 380/2001, che stabilisce che non si possono iniziare lavori relativi ad interventi "rilevanti" senza la preventiva autorizzazione del competente ufficio tecnico regionale;

- il comma 4 dell'art. 94-bis del D.P.R. 380/2001, che stabilisce, in deroga a quanto previsto dall'art. 94 c.1, che le disposizioni di cui al comma 3 non si applicano agli interventi di "minore rilevanza" o "privi di rilevanza";

- la D.G.R. 962 del 2018, contenente la classificazione sismica del territorio ligure, che sancisce l'appartenenza del Comune di Genova alla classe 3;

- il documento "D.P.R. 380/2001 art. 94-bis c.2 e c.5 - L.R. 29/1983 art. 5-bis c.1lett c). Criteri ed indirizzi anche procedurali in materia di interventi strutturali in zone sismiche", approvato con D.G.R. 812/2020 in sede di adeguamento della disciplina regionale, che sostituisce gli indirizzi approvati con le D.G.R. 1107/2004, 881/2005, 1169/2009, 1184/2013, 1662/2013, 804/2016 ed aggiorna gli indirizzi approvati con le D.G.R. 1384/2003 e 1664/2013;

considerato che:

- dal combinato disposto degli artt. 94 e 94-bis del D.P.R. 380/2001 emerge che, per le opere situate nelle zone sismiche 3 e 4, l'autorizzazione sismica non è prevista, e per le opere situate nelle zone sismiche 1 e 2 l'autorizzazione sismica è prevista solo per gli interventi "rilevanti" come sopra definiti;

- in base alla D.G.R. 812/2020, l'opera di cui all'oggetto rientra tra quelle di "minore rilevanza", secondo la classificazione dei cui all'art. 94-bis lett.b c.1 del D.P.R. 380/2001;

si ritiene, a parere dello scrivente, che non sia necessaria l'autorizzazione sismica, fatta salva ogni miglior valutazione degli uffici competenti.

Inoltre, in merito alla classificazione degli interventi, ai sensi del cap.8.4.2 delle NTC 2018 e del relativo C.8.4.2 della Circ. 7/19, essendo richiesto in codesto appalto il miglioramento sismico del fabbricato in oggetto, il valore  $\xi_E$ , definito come rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione, può risultare minore dell'unità.

---

**A.T.P.**

**Dott. Ing. Gianfranco Visconti**

**Dott. Ing. Bruno Boldrin**

---

In particolare, a meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe d'uso IV, il valore di  $\xi_E$ , a seguito degli interventi di miglioramento, dovrà comunque essere non minore di 0,6.

### 3. MEMORIA STORICA

Il grande ospedale civile, destinato a sostituire quello di Pammatone fondato da Bartolomeo Bosco 1422 ormai inadeguato, la mancanza di finanziamenti e un terreno adeguato ritardò l'inizio dei lavori, di cui si parlava già nell'ultimo ventennio dell'Ottocento, ma trovò una parziale soluzione nel 1897 grazie alla donazione del Marchese Nicolò Sauli all'Opera Pia Pammatone di 60.000 Lire. L'Amministrazione comunale identificò il luogo attuale nel 1903 e a partire dal 1907 iniziò la realizzazione del grande complesso ospedaliero su progetto dell'ing. Giuseppe Celle; i primi padiglioni furono completati nel 1911.

Alla fine del 1913 erano terminati i padiglioni di medicina, la lavanderia e l'accettazione, mentre il grande palazzo dell'Amministrazione era alla copertura.

Nonostante l'interruzione dovuta alla Prima Guerra Mondiale nel 1922 furono completati i padiglioni chirurgici e l'Ospedale fu inaugurato nel 1923.

Negli anni '30 San Martino continuò ad ampliarsi mediante la realizzazione di nuovi edifici, primo fra tutti quello della terapia fisica, seguito dalla Scuola Convitto per infermiere "Santa Caterina" e dal lebbrosario. Per far fronte alla continua necessità di spazi, tredici padiglioni furono sopraelevati di un piano.

Nel 1936 fu costruito il nuovo reparto per le malattie tropicali, nel 1937 il reparto ergoterapico, il **padiglione a cinque piani delle specialità chirurgiche**, ed un centro di raccolta del latte materno.

Nel corso dei bombardamenti del Novembre 1942 fu colpito anche il San Martino apportando gravi danni al padiglione 3, al **padiglione delle specialità chirurgiche** ed ad altri edifici.

Il dopoguerra vide l'Ospedale di San Martino in continua trasformazione per fare fronte alle nuove esigenze assistenziali, che hanno condotto ad operare interventi anche radicali sui corpi di fabbrica originali.



**1937: la costruzione del Padiglione Specialità**

La Struttura costruita nel 1937 fu danneggiata dai bombardamenti nel 1942 e ricostruita mantenendone forma ed assetto originali.



**I danni dei bombardamenti del 1942**



La struttura esistente è del tipo intelaiato a travi ribassate (o sottosporgenti) e pilastri con orizzontamenti realizzati con solette alleggerite in latero cemento.

La dimensione dei pilastri si mostra, all'esame dei rilievi, essere molto variabile così come la spaziatura in pianta.

Dal 2005 ad ora il Padiglione Specialità fu sottoposto ad interventi di rinnovamento funzionali in varie fasi successive ed in diversi Lotti senza particolari interventi di tipo statico che non hanno coinvolto nè l'assetto generale, né la destinazione d'uso, nè i valori dei carichi permanenti e variabili.



**Il Padiglione Specialità negli anni '60**



**L'edificio nel 2005. Come si nota dal confronto con le immagini attuali seguenti, non vi sono variazioni.**

#### 4. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E RELAZIONE FOTOGRAFICA

Il Complesso del Padiglione delle Specialità si sviluppa in lunghezza per circa 136.00 m lungo un asse leggermente arcuato che schematicamente può essere considerato in direzione NORD-SUD ed è costituito da una serie di corpi di fabbrica di forma estremamente articolata, uniti fra loro e sviluppati mediamente in 6 piani fuori terra.

E' costituito da tre corpi geometricamente di forma regolare e simmetrica, tutti e tre con la stessa superficie.

In particolare:

Corpo A, lato Sud, cinque piani fuori terra con dimensioni esterne 44.00x24.00 m e superficie 830 m<sup>2</sup>;

Corpo B, Centrale con 6 piani fuori terra e dimensioni 29.50x35.00 e superficie 830 m<sup>2</sup>;

Corpo C, lato Nord, con sei piani fuori terra simile al Corpo A ma con copertura allineata alla quota del Corpo A, con dimensioni 44.00x24.00 e superficie anch'esso 830 m<sup>2</sup>.

I passaggi che uniscono i tre blocchi sono contenuti in due corpi cerniera di modeste dimensioni in pianta alti 6 piani fuori terra in quanto collegano l'ultimo piano del corpo B Centrale con la parte terminale emergente dei vani scala posti nei corpi A e C.

In pianta tali corpi misurano 9.50x3.60 e sono strutturalmente composti da quattro coppie di pilastri e travi di bordo.

Le coppie di pilastri esterne sono separate da giunti di dilatazione rispetto alle coppie di pilastri corrispondenti dei corpi A, B, e C., giunti che sono però esclusivamente formali e non efficienti dal punto di vista soprattutto sismico in quanto sono di ampiezza ridotta e praticamente intasati di malta lungo tutto il loro sviluppo, tanto da non essere superficialmente visibili nè all'interno, nè all'esterno.

I solai sono in genere costituiti da elementi alleggeriti con volterrane con diversi spessori.

I più ricorrenti sono costituiti da solai con spessore 23cm e caldana 5 cm, con travetti spessore 8cm a passo 38 cm. Sono altresì presenti ma meno frequenti solai con altezza 15 cm e caldana sempre da 5 cm.

Da rimarcare i solai di estremità dei corpi A e C che avendo luce oltre gli 8.00 m sono stati realizzati con solai alleggeriti di altezza pari a 45 cm, con caldana spessa 15 cm e travetti di spessore 12 cm a passo 52cm.

La struttura dei corpi principali è costituita da telai in calcestruzzo bidirezionali con pilastri di varie dimensioni e da travi ribassate in genere larghe 25.00 cm ed altezze diverse, 50.00, 60.00, 70.00 ed 83.00 cm.

Sono presenti parti parzialmente interrato e una galleria impianti longitudinale.

Alle pagine seguenti sono riportate alcune immagini che definiscono la posizione, l'allineamento e la consistenza del Padiglione Specialità.

Nelle immagini è possibile identificare alcune delle particolarità che saranno citate nelle analisi dei carichi, nella definizione strutturale e nella strategia che sarà adottata nel corso dell'esecuzione delle analisi di vulnerabilità sismica e di miglioramento.

In particolare è visibile sul lato Nord il corpo del DEA che è solidamente collegato alla parte di estremità del Corpo C del Padiglione Specialità.

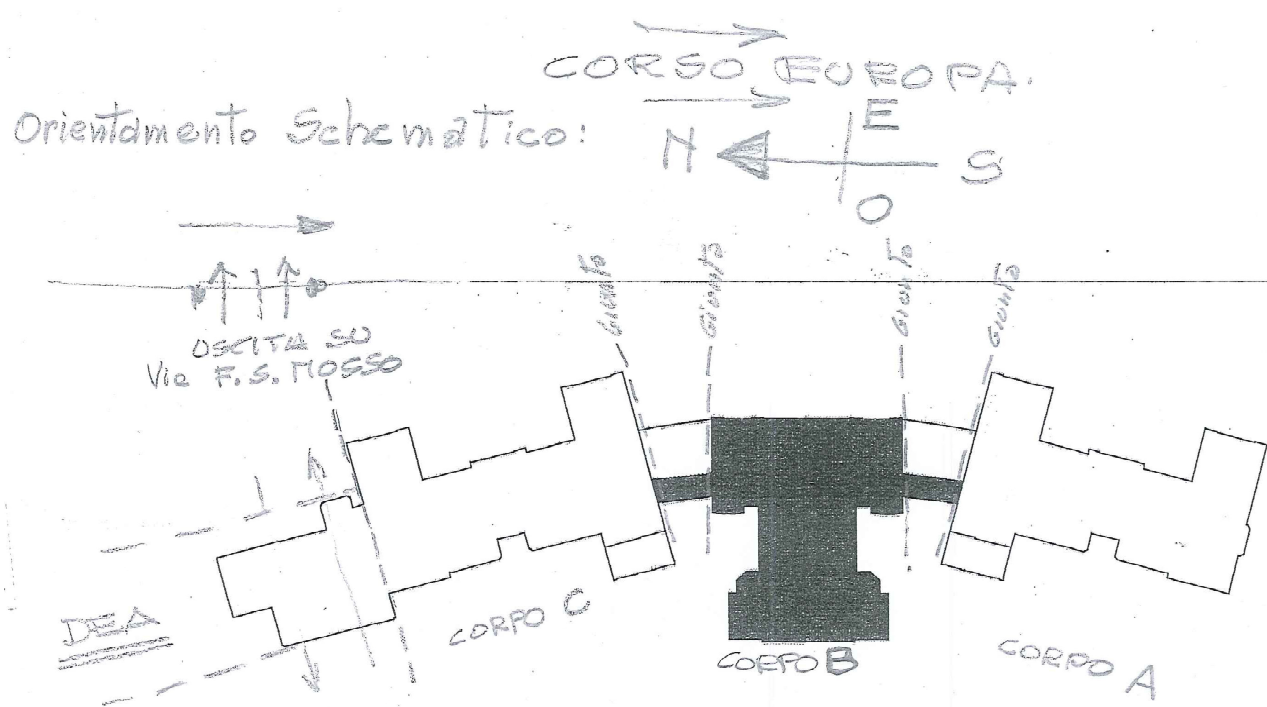
L'unione è localizzata proprio in corrispondenza del corpo a ponte che termina con il corpo dei collegamenti verticali, scale ed ascensori con pareti a nucleo attraverso il quale vi è uno dei tre ingressi all'ospedale e cioè quello verso Via Saverio Mosso.

Questa è una delle problematiche che dovrà essere approfondita in termini di vulnerabilità sismica nel momento in cui l'esame verrà esteso al corpo A, in quanto collega due strutture completamente diverse dal punto di vista statico, dimensioni, geometria ed altezze e costruite in epoche distanti tra loro.

Nell'immagine seguente sono identificati i corpi cerniera, divisi da giunti, costituiti da raddoppi dei pilastri al confine con gli elementi principali, ma che per le ragioni avanti esposte, di fatto costituiscono continuità strutturale in termini di martellamento sismico.



Questi due corpi rettangolari sono giuntati con raddoppio dei pilastri ma lo spazio giunto è veramente modesto già di per sé e poi è riempito con intonaco tant'è vero che non vi è traccia del giunto né in facciata né all'interno. Questi due corpi dividono il padiglione specialità. La zona centrale è l'unica in cui siamo riusciti a fare indagini e di cui avevamo qualche dato di base. Questa è una vista del lato SUD prospiciente corso Europa





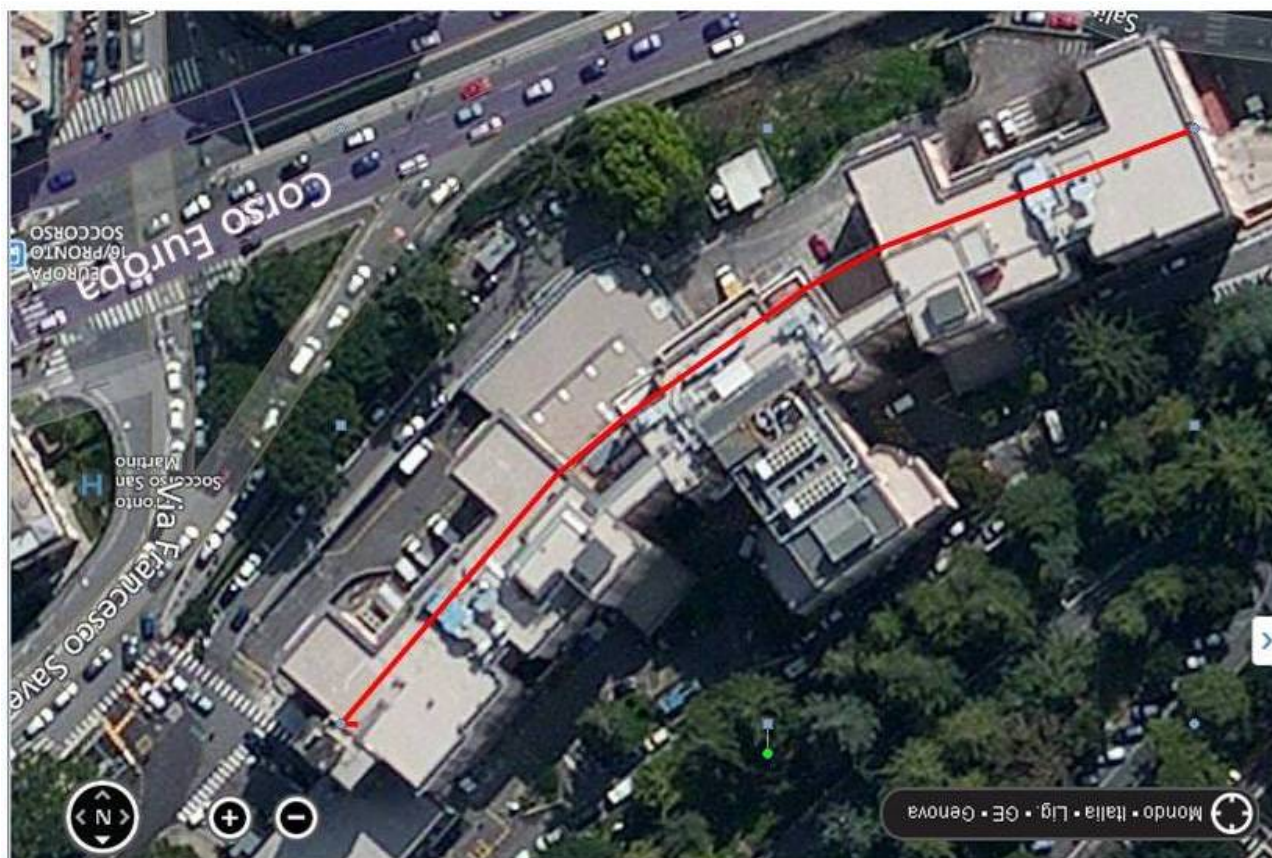
---

A.T.P.

Dott. Ing. Gianfranco Visconti

Dott. Ing. Bruno Boldrin

---







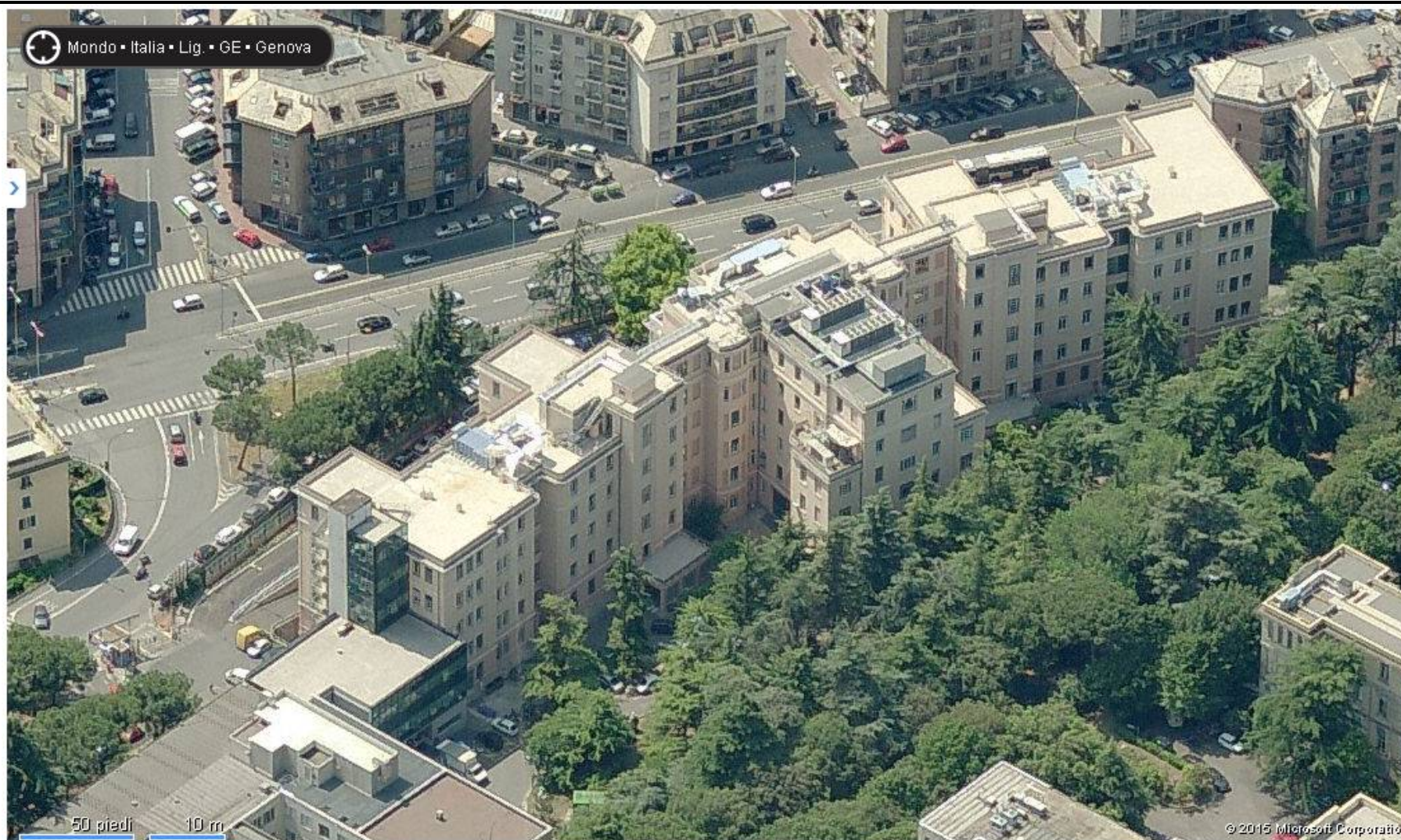
**LATO EST VERSO CORSO EUROPA**





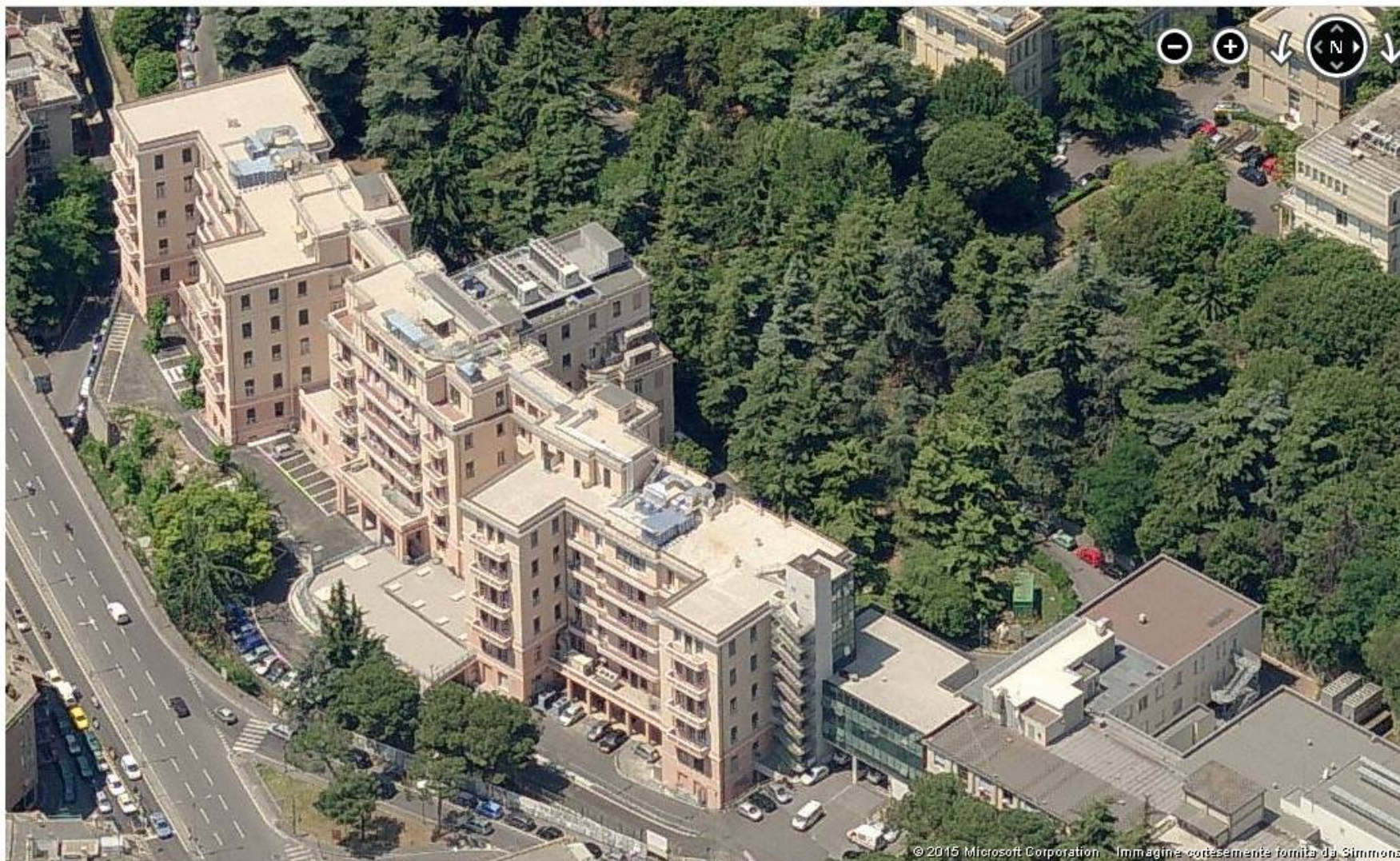
LATO SUD





**LATO OVEST VERSO L'INTERNO DELL'OSPEDALE**





**LATO NORD**

## **5. SCELTA DELL'INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO IN FUNZIONE SIA DELL'ANALISI DI VULNERABILITA' E DELLA IMPRESCINDIBILE CONTINUITA' OPERATIVA DEL PADIGLIONE SPECIALITA'**

Dalla verifica di vulnerabilità sismica e dal suo aggiornamento è emersa la necessità di intervenire per migliorare le capacità resistenti dell'edificio.

E' necessario in primo luogo ricordare le destinazioni sanitarie attualmente implementate nel corpo B del Padiglione Specialità frutto di continui e cospicui investimenti negli ultimi decenni ed in continua evoluzione che sono qui di seguito sinteticamente elencate:

<b>Piano</b>	<b>Destinazione</b>
FONDI	Spogliatoi - Locali Tecnici
PT	Ambulatori
1	Terapia Intensiva e Sale Operatorie
2	Ambulatori
3	Neurochirurgia Sale Operatorie
4	Traumatologia d'Urgenza e Ortopedia (Degenza)
5	Studi Medici

La descrizione delle funzioni, da sola, lascia intendere l'enorme difficoltà legata a soluzioni di tipo tradizionale, intendendo con questo, estese lavorazioni che richiedano operazioni dirette su elementi portanti all'interno di qualsivoglia zona dell'edificio, il che significherebbe ovviamente lo spostamento e ricollocazione temporanea fuori dell'edificio delle funzioni presenti nelle aree che via via saranno e dovranno essere interessate dagli adeguamenti ed il loro ripristino nella posizione originale al completamento dei lavori.

Questa procedura incrementale già di per se resa estremamente difficoltosa dalla natura delle lavorazioni che presentano effetti incompatibili non solo con le attività ospedaliere ma anche con la sola presenza di degenti, in moltissimi casi è aggravata dal fatto che interesserebbero contemporaneamente due piani, e questo, salvo limitate posizioni planoaltimetriche è di fatto impossibile.

Pertanto, ad una prima possibile e difficoltosa ipotesi di possibilità di intervento, ed a seguito delle esplicite richieste dell'U.O. Attività Tecniche dello stesso Ospedale Policlinico, si è proceduto ad indirizzare la soluzione del problema verso tecnologie mirate a limitare al massimo il disturbo e le interferenze nei confronti delle funzioni sanitarie.

La soluzione del problema è stata individuata con l'utilizzo di sistemi di smorzamento inerziale attivo, tecnologia questa classificata secondo la norma ISO3010:2017 come Active Mass Damper e capaci di sottrarre quota parte dell'energia portata dal sisma nella struttura e di assorbirla mediante la movimentazione delle masse attive. L'effetto finale che si ottiene sul fabbricato è



quello di incrementare la sua capacità smorzante, il che si traduce in una riduzione degli spostamenti della struttura e quindi dei danneggiamenti che essi provocano.

La tecnologia e lo studio tecnico applicativo sono stati sviluppati assieme alla società ISAAC Antisismica, azienda italiana nata dall'omonimo progetto di ricerca del 2016 del Politecnico di Milano utilizzando apparecchiature da lei prodotte ed installate. ISAAC, specializzata nello sviluppo di soluzioni evolute per la protezione sismica e il monitoraggio strutturale, ha brevettato la prima tecnologia attiva per la protezione sismica, applicabile anche a edifici già esistenti.

I sistemi Active Mass Damper, o sistemi a smorzatori inerziali attivi, in caso di terremoto, esercitano un'importante quantità di forze in controfase sull'edificio e riducono al minimo l'oscillazione della costruzione grazie ad un significativo effetto di smorzamento.

La tecnologia ISAAC, grazie al sistema di monitoraggio integrato nella sua tecnologia, è in grado di registrare l'accelerazione dell'edificio attraverso sensori accelerometrici installati in punti opportuni della struttura. Il dato di accelerazione campionato durante l'evento sismico viene poi elaborato da un computer centrale che, grazie ad algoritmi di controllo proprietari e sviluppati allo stato dell'arte grazie a più di 30 anni di ricerca nel settore delle Smart Structures, calcola in tempo reale l'intensità della forza che deve essere erogata sulla costruzione per ridurre al minimo i danni agli elementi strutturali e non strutturali. La forza di controllo viene generata attraverso la movimentazione di masse mobili in controfase al movimento dell'edificio.

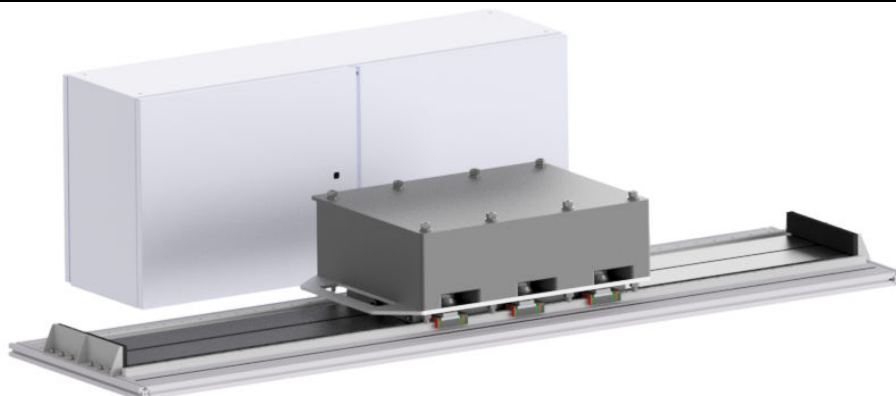
## **5.1 IL SISTEMA DI CONTROLLO ATTIVO ELECTROPRO 20X**

A titolo informativo si anticipano le caratteristiche del sistema utilizzato.

Il sistema Electro Pro 20x è una macchina elettrica, attiva ed intelligente per il controllo della risposta sismica di edifici nuovi ed esistenti costituito da 4 componenti base, opportunamente assemblati in un "sistema di controllo attivo della risposta sismica", secondo norma ISO3010:2017 che ne permette l'applicazione a livello nazionale ed internazionale.

Il dettaglio delle componenti che costituiscono il sistema Electro Pro 20x è il seguente:

- Macchine EP-D20 sono le masse inerziali che generano le forze di controllo sul fabbricato, unitamente ai relativi componenti elettrici. Queste vengono ancorate all'edificio su cui viene effettuato l'intervento di miglioramento sismico, eventualmente grazie a delle carpenterie che permettono di distribuire il carico verticale ed orizzontale delle macchine.
- Sensori EP-S: sensori accelerometrici analogici a basso rumore elettrico, necessari al controllo della risposta sismica durante il terremoto.
- Computer centrale EP-UT: PLC Real-Time di acquisizione dei dati ed elaborazione tramite algoritmi di controllo ISAAC.
- Batterie tampone EP-A: sistema di alimentazione con gruppo di continuità.



**La macchina EP-D20 ed i relativo quadro**

Le macchine EP-D20 vengono installate, insieme ai sensori accelerometrici (codice EP-S) sulla struttura (vedi figure seguenti) e collegati all'unità di controllo centrale (codice EP-UT), che coordina e controlla l'intero sistema.



**Esempio di installazione del sistema Electro Pro 20x su un edificio in cemento armato e dei sensori esterni.** (Nota: nel sistema utilizzato nel Padiglione Specialità i sensori verranno installati solo al Piano Terra)

Lo scopo del sistema è quello di “contrastare” il movimento dell'edificio sul quale è installato durante l'evento sismico, riducendo le ampiezze di oscillazione della costruzione e di conseguenza gli sforzi applicati sugli elementi strutturali. Questo avviene grazie alla generazione di forze da parte di ogni macchina EP-D20 nella propria direzione di installazione e con ampiezze determinate dall'algoritmo di controllo implementato sul computer centrale EP-UT, che misura le accelerazioni dell'edificio nei punti di installazione dei sensori, e di conseguenza calcola le forze da generare nei diversi punti di installazione delle macchine. Il sistema richiede di essere collegato alla rete elettrica solo per il funzionamento dei mantenitori di carica che permettono a macchine e comandi di funzionare anche in mancanza di corrente elettrica.

Per il controllo della macchina reale si utilizza un controllore di tipo Sky-Hook. La forza di controllo di ciascuna macchina  $i$ -esima è definita, grazie all'algoritmo di controllo implementato, come:

$$F_{c,i} = -G_{SH,i}(v_{t,i} - v_{b,i}) = -G_{SH,i}v_{rel,i}$$

Dove:

- $v_{t,i}$  è la velocità del punto di misura posizionato in corrispondenza della macchina i-esima lungo la direzione di applicazione della forza;
- $v_{b,i}$  è la velocità del piano terra dell'edificio in corrispondenza di un punto verticalmente allineato con la macchina i-esima, sempre nella direzione di applicazione della forza della macchina stessa;
- $G_{SH,i}$  è il guadagno impostato sulla macchina i-esima. Il guadagno  $G_{SH,i}$  definisce la costante di proporzionalità diretta tra la velocità relativa del tetto e la forza di controllo applicata. Il segno negativo garantisce che la macchina generi una forza che vada a "contrastare" l'azione del sisma e che abbia sempre un comportamento dissipativo: infatti, la macchina agisce idealmente come un elemento viscoso posto tra la base e la sommità dell'edificio. L'unità di misura del guadagno è (kN s) / m.

Le macchine presentano una peculiarità legata alla massima tensione di corrente raggiungibile, che non può mai eccedere i 750 V (questo si traduce in una saturazione in velocità della massa mobile).

Ad ogni modo, a fronte della corretta progettazione del sistema e di verifiche in fase di post-processing, tale limite non comporta problematiche.

Come visto il sistema si installa in copertura e questo permette di evitare cantieri all'interno dell'edificio, riducendo il disagio per i residenti. La struttura rimane anche quindi costantemente monitorata nel tempo, così da agevolare eventuali interventi diagnostici nell'arco della sua vita utile.

La scelta di questo intervento limita le lavorazioni agli interventi in copertura per l'installazione delle macchine

## **5.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE CIVILI CONNESSE ALL'INSTALLAZIONE DEI SISTEMI**

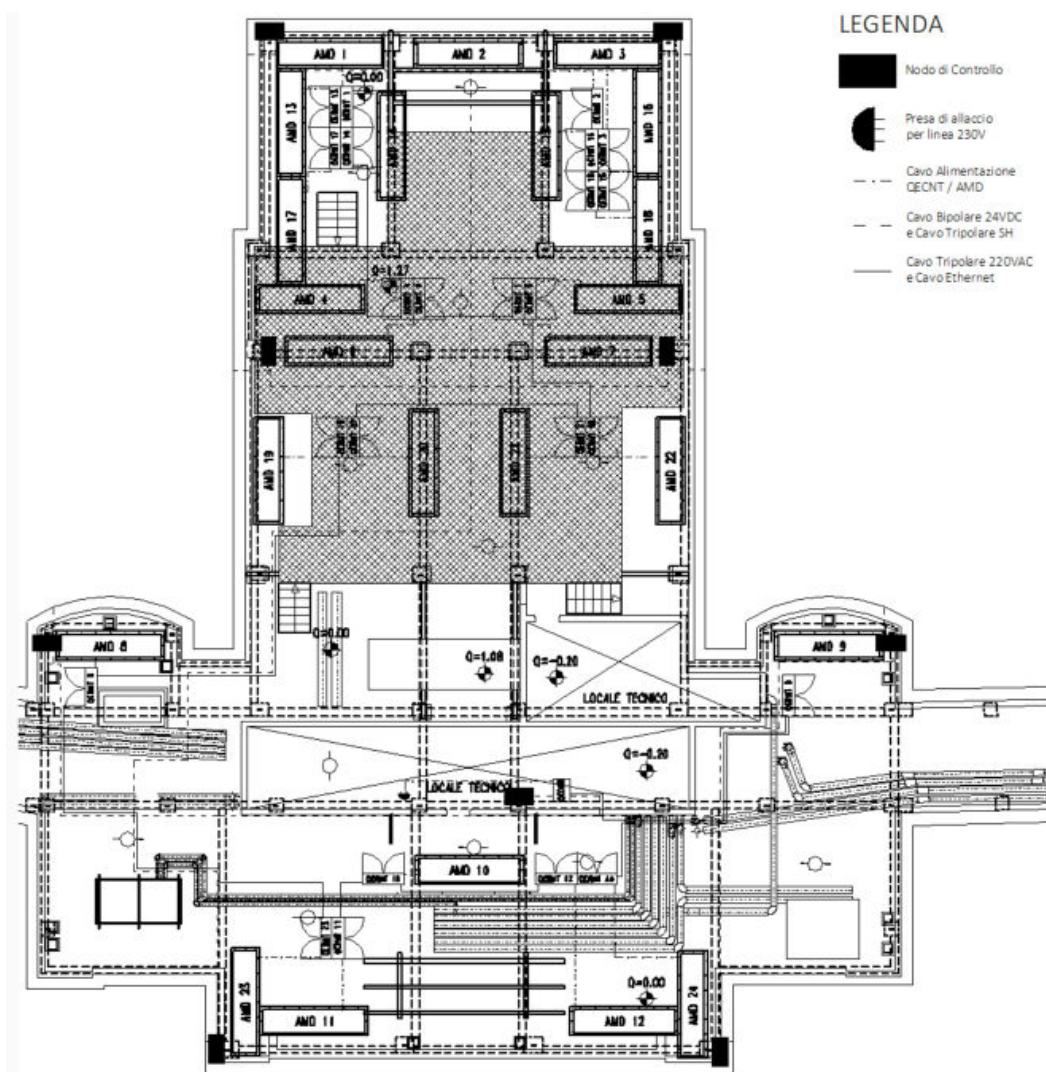
Nelle figure riportate alla pagina che segue sono indicate le posizioni delle unità Ep-D20 salvo alcuni lievi spostamenti in sede operativa, e le posizioni delle calate dei nodi di controllo a terra.

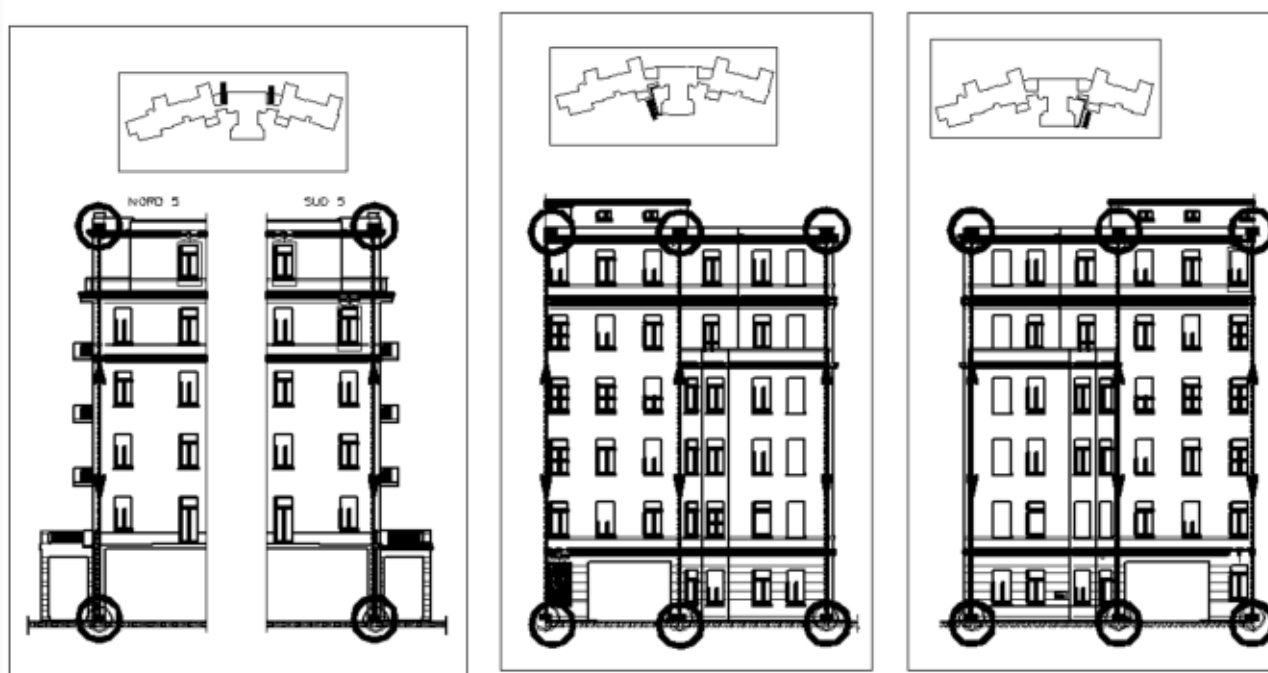
L'installazione delle macchine dovrà essere ovviamente rigidamente connessa con la struttura dell'edificio in modo da trasmettere senza perdite le azioni generate durante eventuali sollecitazioni dinamiche.

Localmente dovrà essere rimossa la pavimentazione l'impermeabilizzazione ed il massetto per pendenze per raggiungere la caldana del solaio di copertura. La sua superficie dovrà essere

irruvidita e pulita per posare un inspessimento della soletta realizzato con malte reoplastiche di ultima generazione ad altissima resistenza additate con fibre metalliche e collegate anche meccanicamente con connettori inghisate con resine.

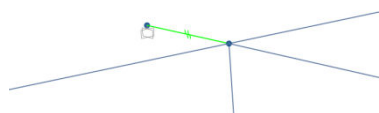
In modo organico saranno via via realizzate le basi, installate le macchine, i sistemi di collegamento delle protezioni, il riposizionamento dei massetti, dell'isolamento, dell'impermeabilizzazione e, dove possibile della pavimentazione, il tutto mantenendo un sistema di protezione locale contro le infiltrazioni.



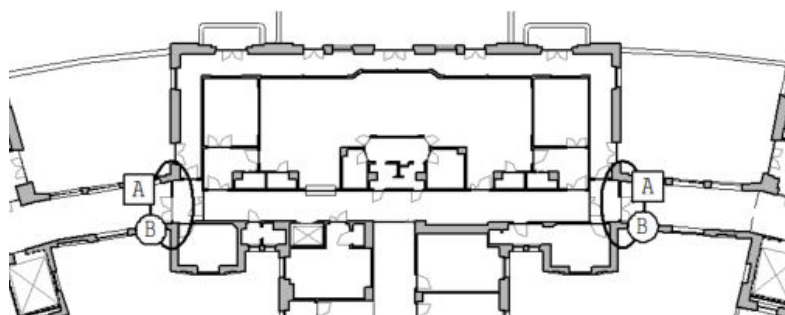


**Pianta delle 24 macchine da installare in copertura e tracciato delle calate dei sensori a terra**

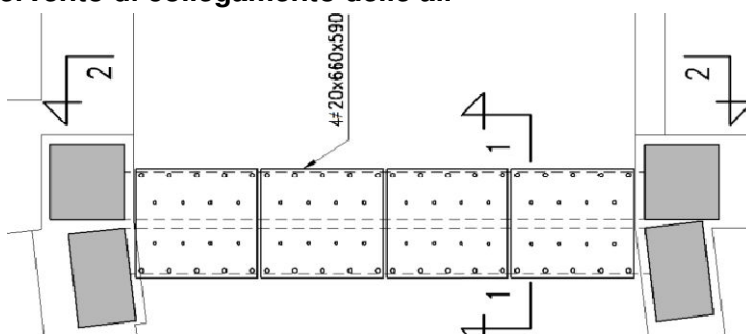
Oltre alle opere di installazione delle macchine come già accennato verranno eseguiti alcuni altri interventi, in particolare i collegamenti al Corpo B centrale delle ali di collegamento. Dal punto di vista numerico le valutazioni per la determinazione delle azioni vengono calcolate utilizzando link rigidi all'unione tra i tre elementi.



**Particolare della modellazione in corrispondenza delle ali**



**Tipologia dell'intervento di collegamento delle ali**





In ultimo e utile ricordare che la metodologia di miglioramento sismico, oltre a preservare le funzionalità dell'edificio da adeguare ha il pregio di ridurre grandemente la produzione di materiali di risulta semplificando l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) e rispettando i principi del Do No Significant Harm (DNSH) che prescrivono che gli interventi previsti dai PNRR nazionali non arrechino nessun danno significativo all'ambiente.

Genova 6 Marzo 2023

Dott. Ing. Gianfranco Visconti

Dott. Ing. Bruno Boldrin