

OSPEDALE DI ESINE

Oggetto	Valutazione della vulnerabilità sismica
Luogo	Via Alessandro Manzoni, Esine (BS)
Committente	Azienda Socio Sanitaria Territoriale della Valcamonica
Destinazione d'uso	Ospedale
Zona sismica	3
Tempistiche	2018-2019
Dimensioni	circa 40.000 m ² , circa 145.000 m ³
Importo stimato delle opere	10.150.000,00 €

DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE

Il Presidio Ospedaliero è articolato in due corpi di fabbrica principali tra loro strutturalmente indipendenti e denominati Degenze e Piastra. Gli edifici sono stati realizzati tra il 1981 e il 1992 in varie fasi di intervento: prima la zona degenza, poi la zona piastra e infine alcuni completamenti di quest'ultima (zona galleria e ingresso e zona servizi amministrativi). La maggior parte delle strutture risulta però completata entro il 1982 per quanto riguarda le opere in c.a., entro il 1982 per le parti in acciaio della zona degenza e entro il 1986 per la zona piastra.



Internamente alle unità strutturali sono presenti alcuni giunti realizzati per motivi di controllo delle deformazioni termiche ma non adeguati ai fini sismici. L'ampiezza dei giunti non è sufficiente per impedire il martellamento tra le diverse porzioni dei due blocchi. Per semplicità nelle operazioni di calcolo i diversi settori sono stati comunque analizzati come indipendenti tra loro.

Si ritiene che questo approccio sia a favore di sicurezza, in quanto il reciproco martellamento tra i diversi settori, se avviene a livello di solai posti alla stessa quota, senza la possibilità di formazione di meccanismi di rottura locale (come nel caso di solai che si trovano a metà altezza di pilastri di altri blocchi adiacenti), porta al più a una dissipazione di energia e a un rallentamento dell'accelerazione, con conseguente riduzione degli sforzi si taglio sugli elementi verticali. A lato si riporta un'immagine nella quale sono evidenziati i due corpi di fabbrica principali, con l'ulteriore sotto-denominazione delle parti separate da giunti strutturali.

METODO OXFORD

Il progetto e la realizzazione risultano unitari, realizzati secondo il metodo Oxford (metodo costruttivo derivato dall'esperienza inglese nella realizzazione di edifici ospedalieri standardizzati) che si basa sulla costruzione di moduli standard secondo una maglia quadrata 3,3 x 3,3 m con elementi prefabbricati già predisposti per essere connessi ad altri moduli. Mantenendo sempre l'elemento solaio quadrato, usando travi principali e travi secondarie di lunghezza 6,6 m o 9,9 m (2 o 3 moduli rispettivamente) è possibile ridurre il numero dei pilastri e realizzare spazi liberi con area maggiore (generalmente 6,6 x 6,6 m).

DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE DELL'IMMOBILE

Il sistema usato all'ospedale di Esine prevede l'utilizzo di pilastri in acciaio ad H con sezioni standard (HEB240, HEB220, HEB200, HEA220, HEB100), travi reticolari realizzati con profili a C o a L saldati in officina e solai in c.a. nervati prefabbricati di altezza variabile (18-25 cm).

TIPOLOGIA STRUTTURALE		
ELEMENTI VERTICALI	IMPALCATI	COPERTURA
Acciaio	Latero-cemento	Latero-cemento

INDAGINI ESEGUITE

Per la valutazione della vulnerabilità sismica è stata eseguita una campagna di indagini che ha permesso di indagare la geometria della struttura, i dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali.

In particolare sono state eseguite le seguenti indagini: 37 analisi magnetometriche finalizzate ad individuare il posizionamento, la direzione ed il diametro dei ferri d'armatura; 45 ispezioni visive a seguito di microdemolizione per definire la tipologia costruttiva degli elementi strutturali in cemento armato con rilievo diretto delle barre d'armatura. 19 ispezioni visive di nodo plinto-colonna; 32 ispezioni visive con rilievo diretto di colonna in acciaio; 54 ispezioni visive con rilievo diretto di trave in acciaio; 69 ispezioni visive con rilievo diretto di bulloni; 32 ispezioni visive di nodo trave-colonna; 5 carotaggi nel calcestruzzo; 4 determinazioni della profondità di carbonatazione sulle carote estratte; prove a compressione, in laboratorio riconosciuto ai sensi della Legge 1086/71, di n. 4 campioni di calcestruzzo; 29 prove di estrazione Pull-Out; 5 prelievi di barre d'armatura e prove a trazione in laboratorio; 27 prove di durezza su barre d'armatura; 20 misure del potenziale di corrosione delle armature; 18 prove di durezza su tirafondo di fondazione; 183 prove di durezza su profilo in acciaio; n. 55 prove di durezza su bullone; 7 prelievi di profili in acciaio e prove a trazione in laboratorio.

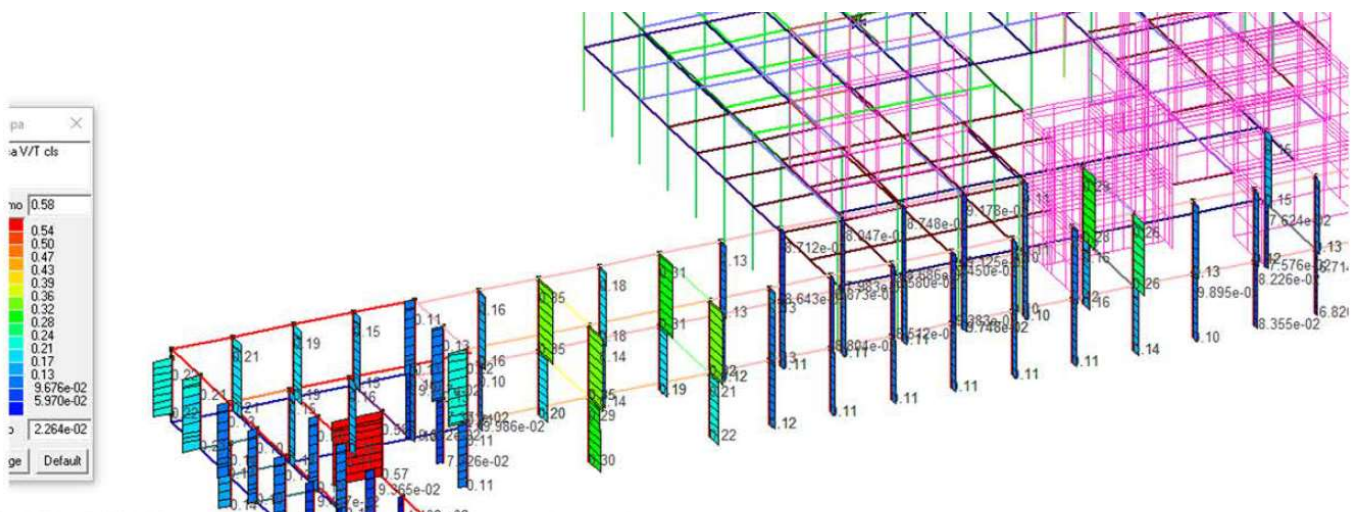


LIVELLO DI CONOSCENZA

Il numero di indagini svolte unite alla documentazione originale esistente permette di raggiungere un livello di conoscenza adeguato **LC2** al quale corrisponde un fattore di confidenza $FC = 1,20$

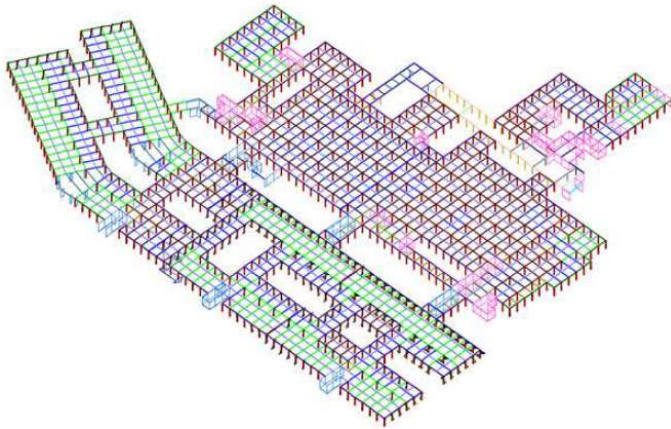
VULNERABILITÀ SISMICHE DELLO STATO DI FATTO

Con riferimento al § 7.2.6 delle *NTC18*, sono stati utilizzati modelli della struttura tridimensionali condotti con l'ausilio del software *Pro_SAP*, un codice di calcolo automatico che effettua l'analisi agli elementi finiti.

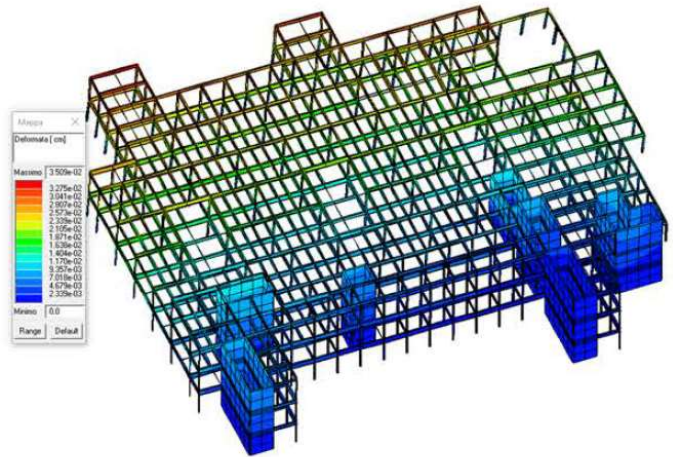


Verifica V/T lato calcestruzzo: C.S. = 0,58 => $\alpha=1$, modello

Ai sensi del § 2.3 delle NTC18, la sicurezza strutturale è stata verificata sia allo Stato Limite di Esercizio (SLE), sia allo Stato Limite Ultimo (SLU), confrontando la capacità della struttura, rispettivamente in termini di rigidezza e di resistenza, con il corrispondente valore della domanda, funzione delle azioni di progetto e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura.



Momenti M22 struttura globale - piano terra



Modo di vibrare 5, modello piastra

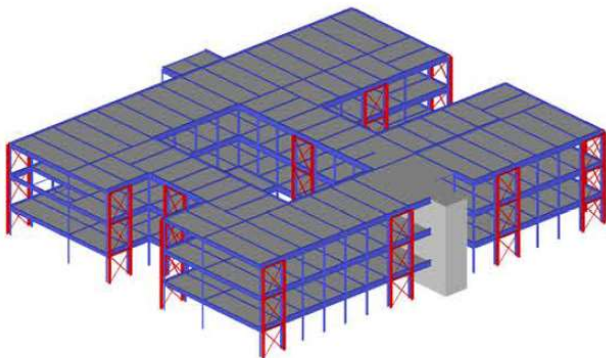
INTERVENTO PROPOSTO

Al termine dell'analisi si è notato che l'edificio presenta una forte carenza di elementi di controvento verticali, sarà quindi necessario inserire opportuni sistemi capaci di resistere alle forze orizzontali indotte dal sisma.

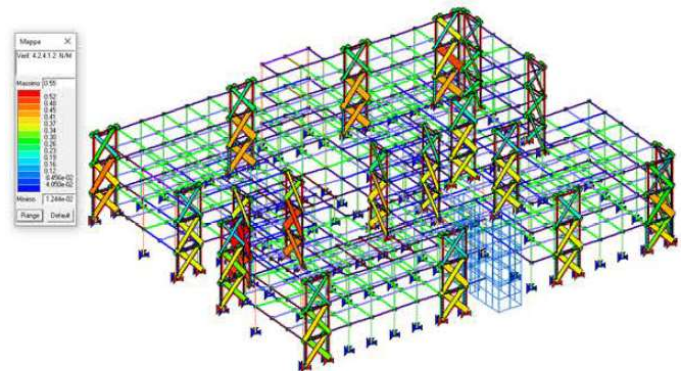
Nella scelta dell'intervento, è stato necessario considerare, oltre all'efficacia antisismica dello stesso, gli aspetti di durabilità dell'opera, la cantierabilità e la velocità esecuzione dell'opera, con riferimento anche all'attività ospedaliera che si svolge nell'edificio.

Si è considerato quindi più adeguato intervenire con elementi di controvento in acciaio in modo da semplificare e velocizzare le fasi di costruzione.

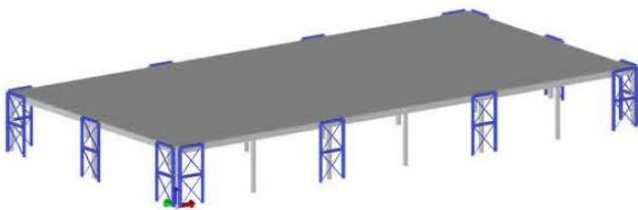
Dove possibile si è sempre privilegiata la scelta di realizzare i controventi all'esterno dell'edificio.



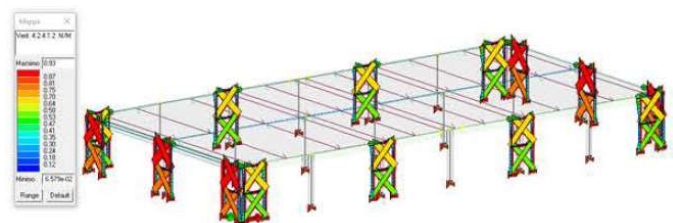
Controventatura blocco A, degenze



Verifica a SLV



Controventatura, centrali impianti tecnologici



Verifica a SLV