

H1: La riqualificazione delle Corti di Baires

H2: L'analisi di MSC Associati per riqualificare l'edificio dismesso a Milano

La riqualificazione edilizia di parte di storia milanese. Le Corti di Baires caratterizzano uno dei principali scorci di Corso Buenos Aires a Milano e raccontano l'evoluzione costruttiva del capoluogo lombardo negli ultimi anni. Un complesso di edifici dismesso che è ora oggetto di riqualificazione e miglioramento strutturale con l'adeguamento alle prescrizioni normative vigenti (NTC2018).

La riqualificazione prevede la modifica di spazi e volumi interni ed esterni, per soddisfare nuove esigenze commerciali e residenziali. Vengono introdotte sostanziali modifiche strutturali al fine di garantire maggior permeabilità tra l'arteria milanese e le Corti di Baires, il tutto garantendo allo tempo stesso la sicurezza dell'edificio. L'analisi è svolta nella fase costruttiva dell'intervento, analizza la vulnerabilità della struttura e verifica la sicurezza degli interventi strutturali così da garantire l'adeguamento alle azioni statiche e sismiche. L'analisi è condotta con TRAVILOG che offre gli strumenti per la valutazione della sicurezza di edifici esistenti in muratura e calcestruzzo armato.

H2: Le Corti di Baires

Il complesso delle Corti di Baires nacque nel 1994 dalla ristrutturazione di alcune palazzine su corso Buenos Aires e via Petrella, la galleria commerciale venne caratterizzata da negozi e cortili interni.

Il complesso di edifici si estende su un'area di circa 7700 m² ed è realizzato da strutture che hanno diversa tipologia strutturale, talvolta giuntate tra di loro, nonché costruite in diversi periodi storici. In figura è mostrata l'evoluzione storica dei fabbricati che costituiscono la totalità del complesso. Gli edifici si estendono in altezza per un massimo di 7 piani (circa 24 m) offrendo copertura a circa 16530 m² di cui i tre quarti sono destinati a residenza, ed il rimanente quarto a funzioni commerciali. La maggior parte degli edifici in esame ha anche un piano interrato. Gli edifici mostrati in figura sono tutti realizzati prevalentemente in struttura muraria.

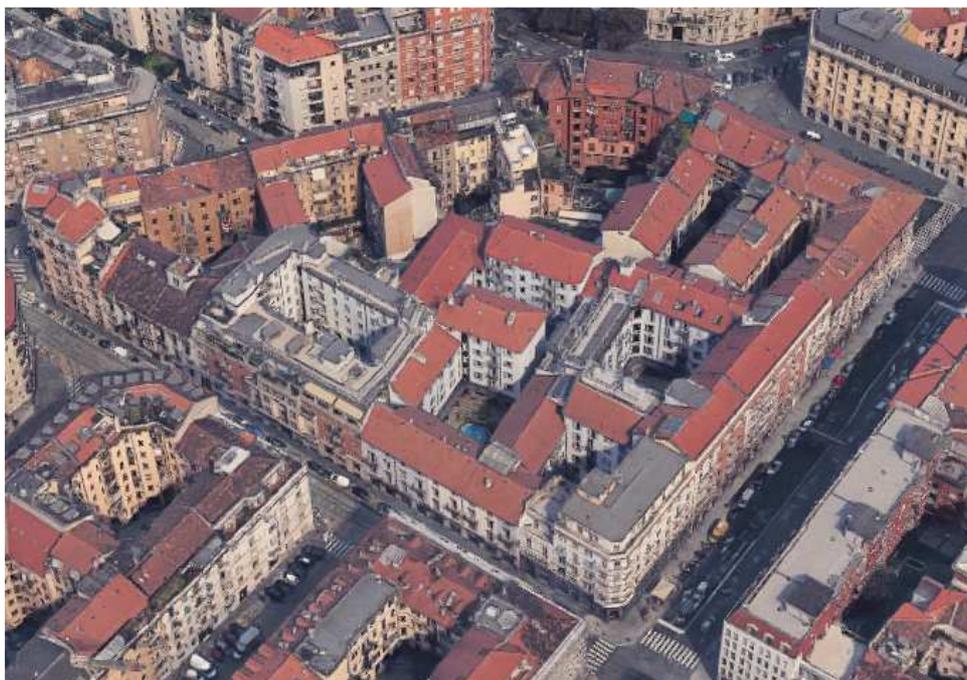


Figura 1 – Le Corti di Baires

H2: La riqualificazione strutturale

Gli interventi previsti sulle strutture sono definiti a valle di un'analisi di vulnerabilità sismica preliminare e vengono identificati distinguendo i corpi di fabbrica del complesso edilizio.

Per gli edifici del complesso edilizio si adotta la seguente codifica:

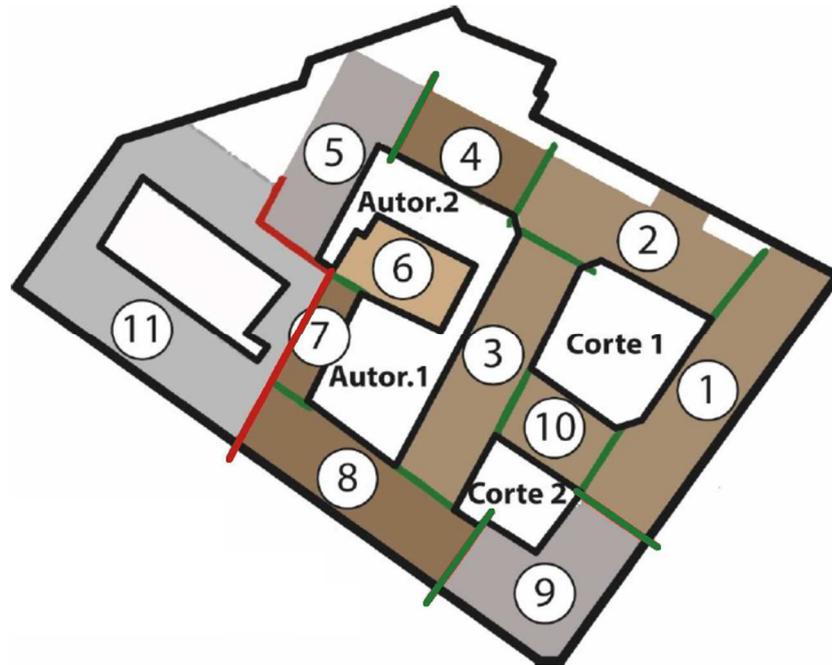


Figura 2 – I corpi di fabbrica delle Corti di Baires

Il progetto di riqualificazione si articola sostanzialmente in 3 diversi interventi che interessano diversamente ciascun edificio:

- Intervento 1: demolizione e sostituzione con telai in acciaio di alcune porzioni di murature portanti;
- Intervento 2: costruzione ex-novo di edifici in calcestruzzo armato all'interno delle corti 1 e 2 per i primi tre livelli della struttura, realizzazione di elementi in calcestruzzo armato che in accoppiamento con il ripristino/rinforzo dei solai costituiscono la parte sismoresistente principale per la struttura;
- Intervento 3: realizzazione di sottotetti abitabili con struttura lignea.

H2: Intervento di riqualificazione 1

L'intervento 1 interessa i primi 3 livelli degli edifici 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10 e consiste nella rimozione di paramenti murari interni e nella sostituzione degli stessi con telai in acciaio.

In figura si mostrano i modelli tridimensionali della muratura con i telai in acciaio destinati alla sostituzione della muratura portante.

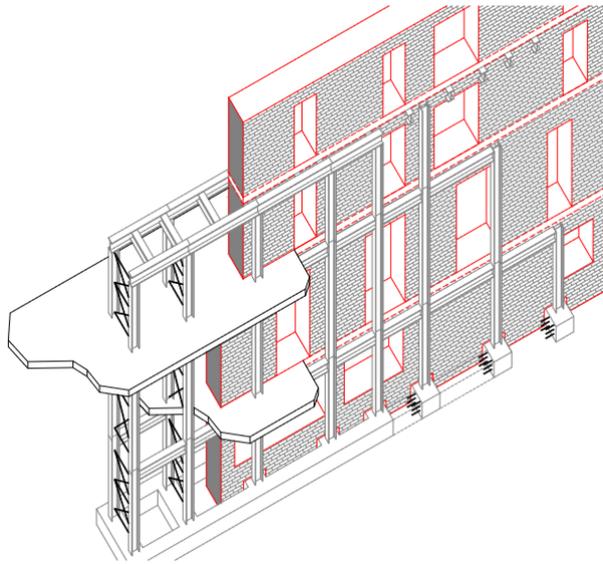


Figura 3 – Intervento 1 per le Corti di Baires

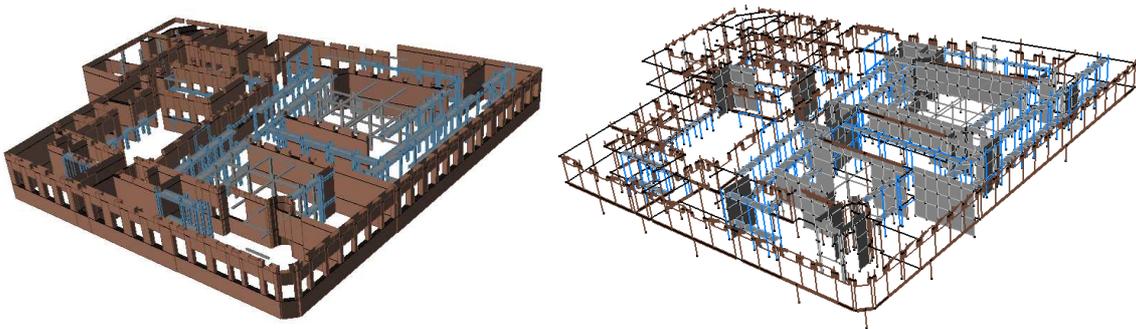


Figura 4 – Intervento 1 nell'edificio

H2: Intervento di riqualificazione 2

Internamente alle corti vengono realizzate strutture in calcestruzzo armato interconnesse agli edifici principali della corte mediante collegamento a livello di solaio. Le strutture si eleveranno per 3 piani:

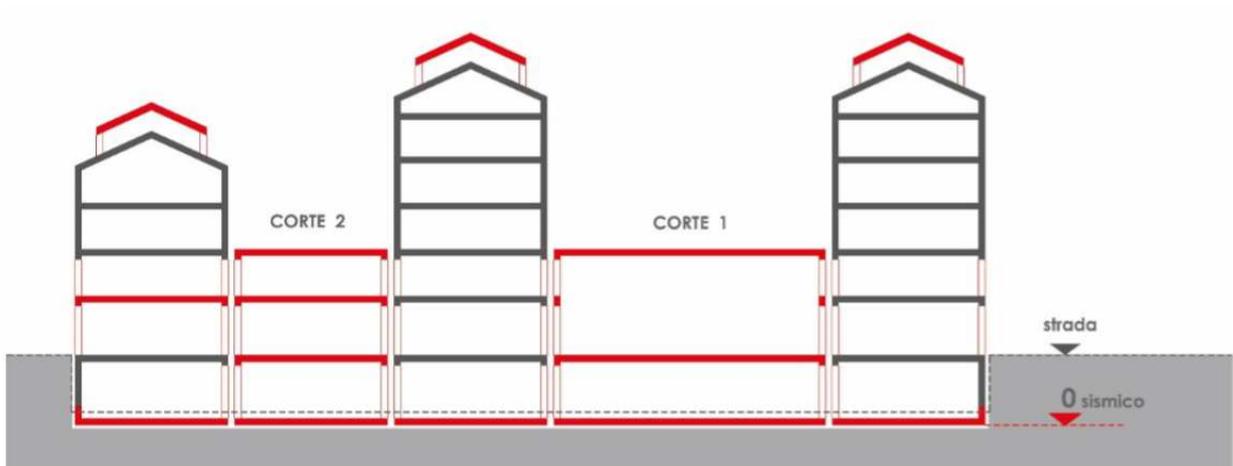


Figura 5 – Intervento 2 per le Corti di Baires

L'intervento prevede inoltre la realizzazione di un'autorimessa interna nella terza corte del complesso edilizio. La struttura portante è costituita da elementi in c.a. Nella struttura vengono inoltre previsti e predisposti elementi strutturali sismo resistenti in calcestruzzo armato, tali elementi ridefiniscono i blocchi vano scala o in altri casi servono da elementi di controvento e di ripartizione delle azioni orizzontali.

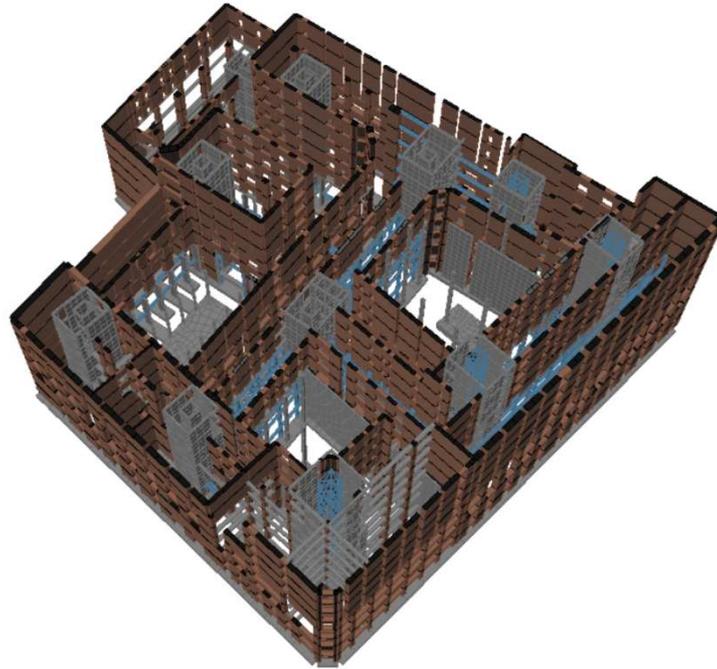


Figura 6 – Intervento 2 nel complesso edilizio

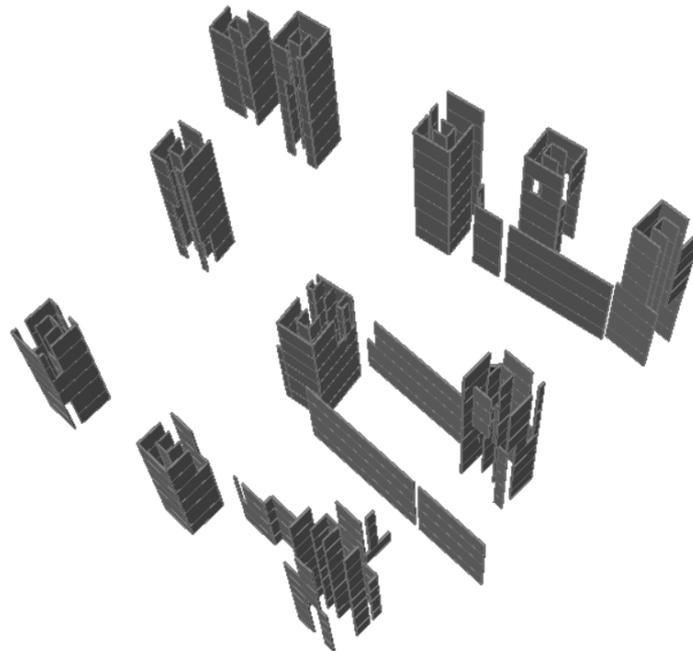


Figura 7 – Intervento 2, elementi in CA

H2: Intervento di riqualificazione 3

L'ultimo intervento consiste nella realizzazione di sottotetti abitabili in legno, sopraelevati rispetto alla situazione attuale, per gli edifici 1, 4, 6, 5 ed 8 ed una porzione dell'edificio 3.

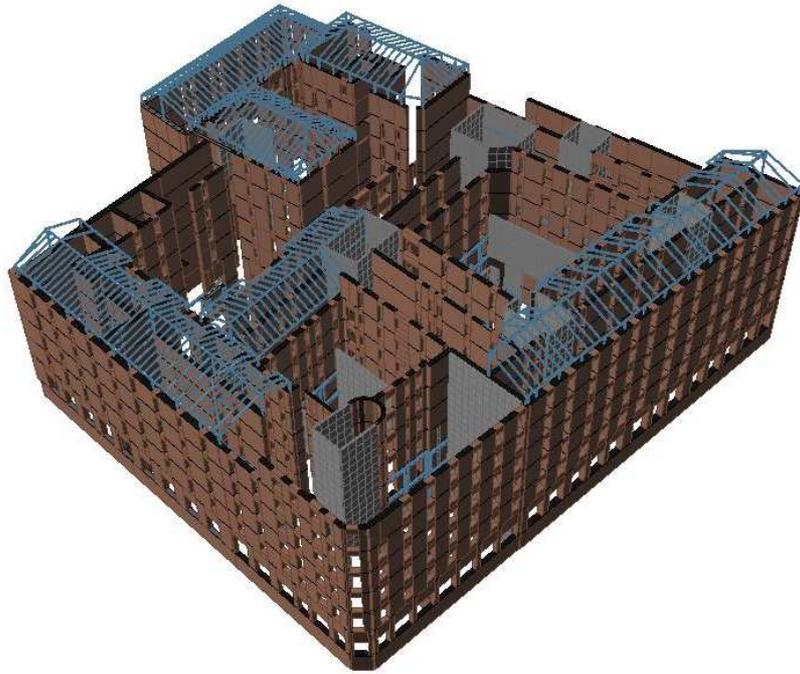


Figura 8 – Intervento 3 per le Corti di Baires

H2: Le analisi sulla muratura portante

Per la definizione delle geometrie e delle tipologie strutturali usate, è stato precedentemente condotto dalla proprietà un approfondito piano di indagine ed un rilievo geometrico di dettaglio che ha consentito la costruzione analitica del modello strutturale in ogni sua parte.

Le ispezioni ed i saggi eseguiti sulle murature sono stati rivolti al raggiungimento di un livello di conoscenza massimo (LC3). E' stato dunque possibile assumere un fattore di confidenza (FC) correttivo delle capacità dei materiali in accordo alle prescrizioni del capitolo C8.7 nella Circolare 7 del 2019, da utilizzare nel calcolo delle resistenze, pari a 1,0.

La muratura, rilevata da saggi diffusi sull'edificio, è costituita da mattoni pieni; per la definizione dei relativi parametri meccanici si è fatto principalmente riferimento alle prove con martinetto piatto doppio ed alle prove di taglio – Shove Test. Dalla prova con doppio martinetto piatto si sono ottenute informazioni riguardanti la tensione di rottura, le caratteristiche di deformabilità (coefficiente di Poisson) ed elastiche (modulo elastico di Young secante) del materiale investigato in condizioni al contorno definite e controllate. La resistenza a compressione della muratura è stata determinata anche mediante prove di compressione su mattoni pieni eseguite in laboratorio.

H2: L'azione sismica

La Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.2129 ha classificato in Zona Sismica 3 l'area metropolitana della città di Milano. In tale Zona Sismica possono verificarsi forti terremoti, ma rari, con un accelerazione orizzontale massima convenzionale di 0,15g. In figura è mostrata la pericolosità sismica in termini di accelerazione massima al suolo (PGA) corrispondente ad una probabilità di occorrenza del 10% in 50 anni, ovvero corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Per la città di Milano si osservano valori di PGA attesi tra 0.025 g e 0,1g.

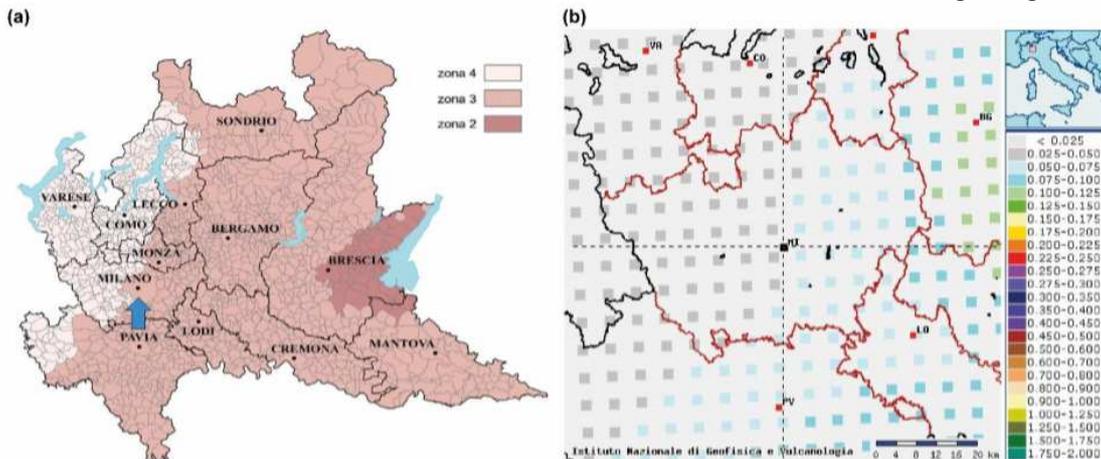


Figura 9 – Pericolosità sismica di Milano

Le azioni sismiche di progetto sono valutate rispetto ai vari stati limite (definiti da normativa) a partire dalla pericolosità sismica del sito di costruzione, e dalla tipologia costruttiva in esame, cioè Vita Nominale e classe d'uso. Per la valutazione di sicurezza della struttura si è fatto riferimento principalmente allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) corrispondente ad una probabilità di occorrenza del 10% in 50 anni, ovvero corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni.

H2: L'analisi sismica con TRAVILOG

Per valutare la sicurezza dell'edificio considerando gli interventi di riqualificazione è stato analizzato un modello strutturale in conformità al paragrafo 8.5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018:

“Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione, tenendo conto delle indicazioni generali di seguito esposte.”

La modellazione adottata è quella di telaio equivalente. Tale modellazione è ritenuta la più corretta in questo caso in quanto si integra perfettamente con l'intervento di realizzazione di nuovi telai in c.a. alla base. Le strutture in copertura definite come nuove sono state anch'esse modellate mediante i dettagli disponibili relativi alla carpenteria metallica. Nelle immagini che seguono è possibile visualizzare il modello tridimensionale del complesso edilizio principale sia in raffigurazione solida che unifilare (elementi finiti). Si riporta inoltre la struttura per parti evidenziando quelle relative alle porzioni in muratura ed acciaio/calcestruzzo.

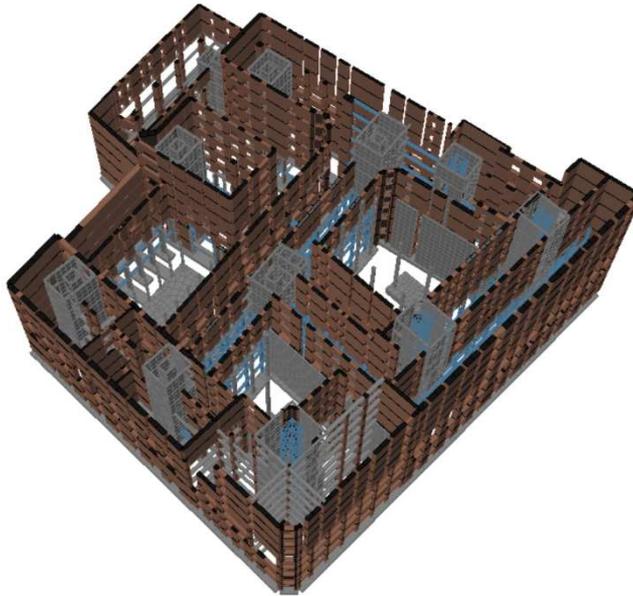


Figura 10 – Modello di calcolo delle Corti di Baires con TRAVILOG, vista solida

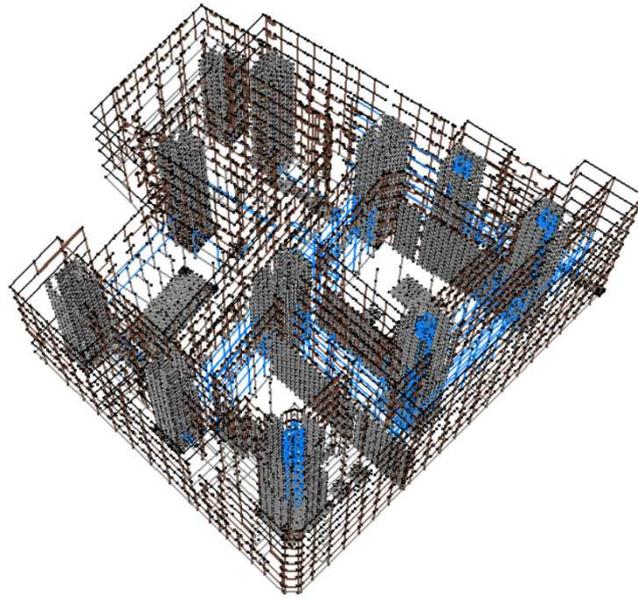
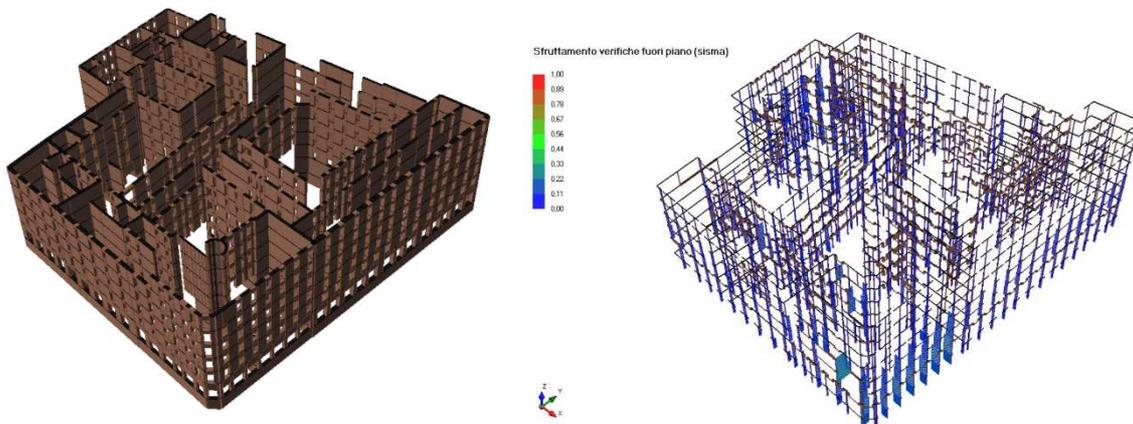
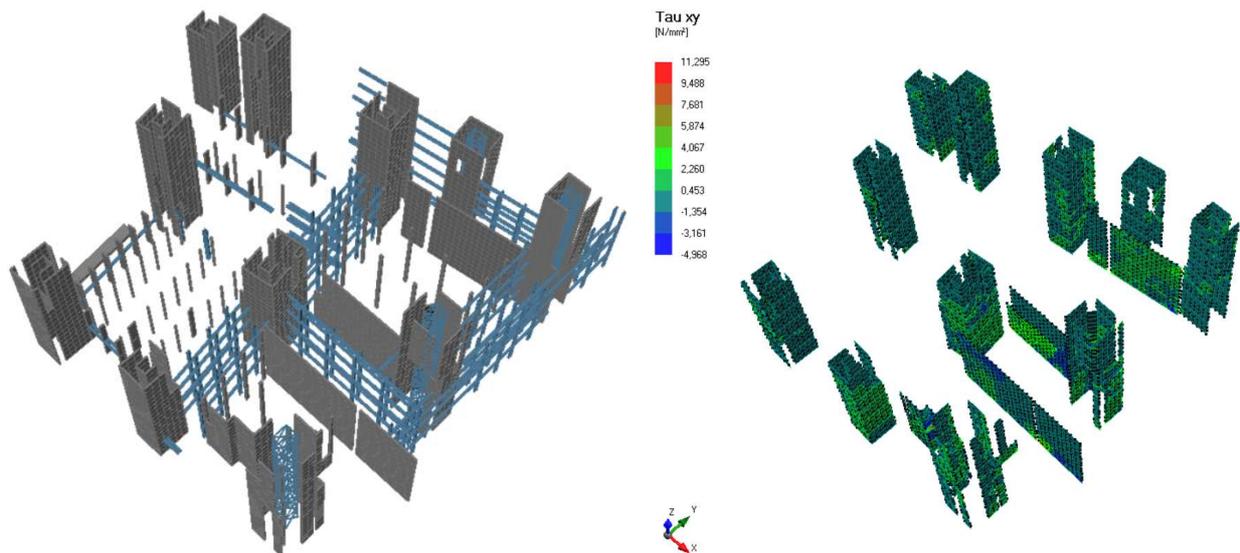


Figura 11 – Modello di calcolo delle Corti di Baires con TRAVILOG, vista unifilare

Analisi degli elementi in muratura



Analisi degli elementi in calcestruzzo armato



H2: I risultati della riqualificazione con le diverse tecnologie costruttive

Qui di seguito viene completato il quadro di lettura del comportamento globale della struttura in particolare sotto l'azione sismica.

Gli elementi in calcestruzzo armato vengono deputati ad assolvere il compito di apporsi alle forze sismiche.

Tale schema ipotizzato e progettato viene ora giustificato secondo la schematizzazione di calcolo. Viene infatti valutata la partecipazione all'azione sismica degli elementi in muratura portante confrontandola con gli elementi in calcestruzzo armato, la valutazione è condotta in termini di azione tagliante alla base della struttura.

Alla luce delle analisi e delle relative verifiche, si qualificano così gli elementi legati agli interventi come 'elementi sismo resistenti' primari, in particolare le pareti e i setti vano scale in calcestruzzo armato.

La valutazione della sicurezza determina così le verifiche per gli elementi in muratura e dalla stessa analisi vengono definite le azioni di progetto per il dimensionamento e la verifica degli elementi in calcestruzzo armato e in acciaio.

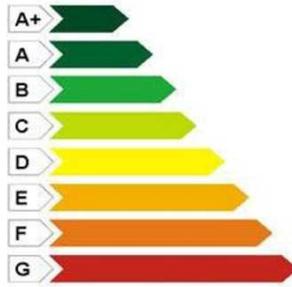
H2: Classificazione del rischio sismico

I numerosi eventi sismici che si sono verificati negli ultimi decenni hanno comportato per la collettività enormi costi sociali in termini di vittime e di incidenza sulla vita delle comunità e costi economici sostenuti per l'emergenza e la ricostruzione. Ciò è dovuto fondamentalmente, oltre alla sismicità tipica del Paese, alla elevata vulnerabilità del nostro patrimonio edilizio.

Al fine di affrontare la mitigazione del rischio sismico, promuovendo una cultura della conoscenza e della prevenzione sono state emanate delle "Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni" (DM 28-02-2017 e DM 07-03-2017), le quali coniugano:

- il rispetto del valore della salvaguardia della vita umana (mediante i livelli di sicurezza previsti dalle NTC e precedentemente definiti);
- la considerazione delle possibili perdite economiche e delle perdite sociali.

Le Linee Guida consentono di attribuire ad un edificio una specifica classe di rischio sismico, da A+ a G, mediante un unico parametro che tenga conto sia della sicurezza sia degli aspetti economici:



Nello specifico la classe di Rischio si individua mettendo in relazione due parametri e privilegiando nel confronto la classe più bassa, ovvero a rischio più elevato; i parametri in parola sono:

- Classe PAM (Perdita Annuale Media attesa), ossia costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso della vita della costruzione, ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione;
- Classe IS-V (indice di sicurezza), ossia rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo che determina il raggiungimento dello Stato Limite di salvaguardia della Vita e quella prevista, nel sito, per un nuovo edificio.

Le classi di rischio possono essere attribuite, secondo quanto specificato dalla seguente tabella, in funzione dei valori assunti dai suddetti parametri.

Dall'analisi condotta per le Corti di Baires, considerando gli interventi di riqualificazione, è emersa una classe di tipo A+:

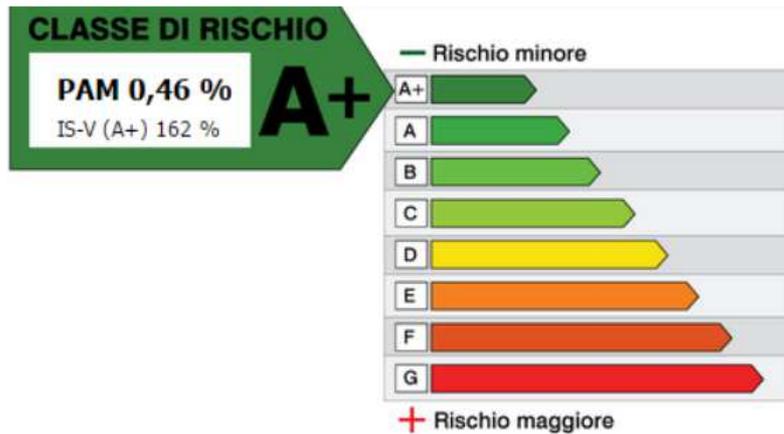


Figura 12 – Classe di Rischio Sismico dell'edificio

La Classe di Rischio Sismico finale tiene conto della doppia valutazione necessaria: il parametro PAM e il parametro IS-V. Tale capacità è valutata per la combinazione di calcolo SLV in termini di accelerazione di picco al suolo (PGAC,SLV). Il primo parametro invece è valutato aggiungendo alla valutazione fatta per la combinazione SLV anche quella per la combinazione SLD, definendo la capacità in spostamento della struttura in condizioni di esercizio in termini di accelerazione di picco al suolo (PGAC,SLD). Questo parametro, PAM, risulta in questa analisi il determinante della Classe di Rischio Sismico.

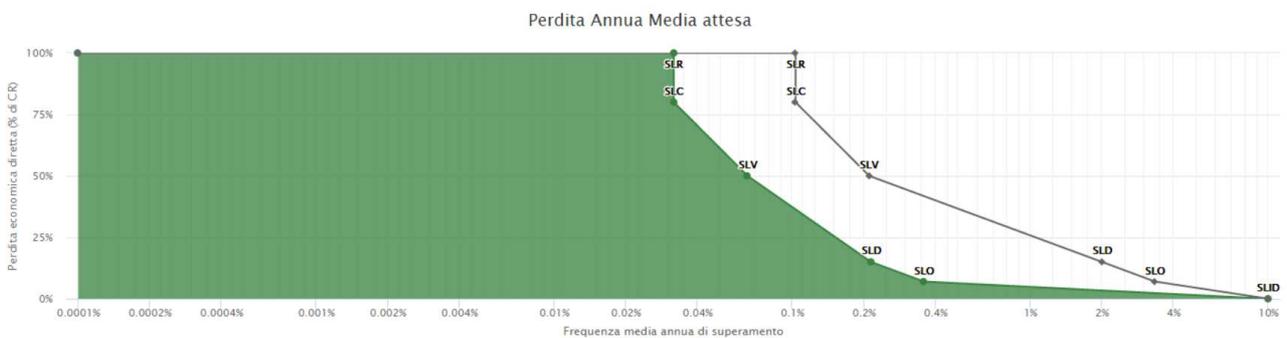


Figura 13 – Valutazione della Classe di Rischio PAM