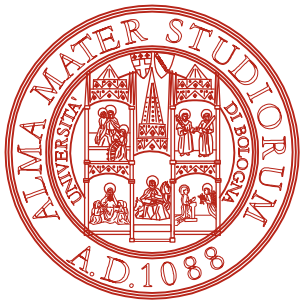


AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

OPERE DI ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA ANTINCENDIO E MESSA IN SICUREZZA E MIGLIORAMENTO SISMICO DEI LABORATORI DI INGEGNERIA VIA U. TERRACINI 24/26 e 34 BOLOGNA

PROPRIETA' EDIFICIO

UNIBO

CODICE EDIFICIO N.	CODICE PROGETTO N.	TICKET N.
431		17688

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	DIRETTORE DEI LAVORI
arch. MARIA PANDOLFO	----------

PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO	----------
PROGETTO IMPIANTI MECCANICI	----------
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI	----------
PROGETTO OPERE STRUTTURALI	ing. ANDREA BRIGHENTI
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE	geom. DINA UCCELLI
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE	----------

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE: FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA ☐ DEFINITIVO ☐ ESECUTIVO ☒ AS-BUILT ☐

OGGETTO DOCUMENTO	SCALA	N° PROGRESSIVO ELENCO ELABORATI
QUADRO FESSURATIVO	DATA 04/08/2020	TAVOLA N° ST_LISG_QF
	REV. / DATA	

AREA EDILIZIA E LOGISTICA

Interventi di Messa in Sicurezza e Miglioramento Sismico Post Sisma di Strutture Prefabbricate

Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica LISG
del Dipartimento DICAM

Edificio afferente alla Scuola di Ingegneria ed Architettura
Via Terracini 34 - 40131 Bologna

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FABBRICATI N.	CODICE PROGETTO (PAL) N.	TICKET N.
341		17688

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E LOGISTICA
ing. Andrea Braschi

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	DIRETTORE DEI LAVORI
ing. Francesca Cioffi	ing. Enrico Benagli

PROGETTO STRUTTURALE E ARCHITETTONICO	ing. Enrico Benagli
COLLABORATORI	prof. ing. Marco Savoia CIRI EC ing. Barbara Ferracuti CIRI EC ing. Lorenzo Bacci CIRI EC ing. Elisa Galli CIRI EC

LIVELLO DI PROGETTAZIONE: PRELIMINARE ☐ DEFINITIVO ☐ ESECUTIVO ■ AS-BUILT ☐

OGGETTO TAVOLA:	SCALA		QF01
QUADRO FESSURATIVO	DATA NOVEMBRE 2015		
	REV. 02	DATA 04/11/2015	

Sommario

1. Introduzione 4
2. Descrizione dell'edificio: inquadramento strutturale 4
3. Analisi storico critica ed esito del rilievo geometrico strutturale 6
3.1 Analisi storico-critica 6
3.2 Esito del rilievo geometrico-strutturale 6
4. Criticità dell'edificio e vulnerabilità degli elementi non strutturali 6
5. Analisi del dissesto 7
6. Nesso causale del danno sismico 8
7. Valutazione del livello di sicurezza 11
6.1 Livello sicurezza in assenza di giunto sismico (stato attuale): 11
6.1.1 Carenza N/M (%) 12
6.1.2 Carenza V2 (daN) 13
6.2 Livello sicurezza in presenza di giunto sismico: 13
6.2.1 Carenza N/M (%) 14
8. Interventi necessari alla messa in sicurezza 16
ALLEGATO 1: PIANTE DEL RILIEVO FOTOGRAFICO RELATIVO AL QUADRO FESSURATIVO 17
ALLEGATO 2: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA AL QUADRO FESSURATIVO 19
PIANO INTERRATO – CORPO 3 20
PIANO TERRA – CORPO 3 29
PIANO TERRA – CORPO 11 41
PIANO TERRA – CORPO 9 47

1. Introduzione

In seguito al sisma del maggio 2012 avvenuto in Emilia, sono stati riscontrati danneggiamenti strutturali del Laboratorio di Ingegneria strutturale e geotecnica (LISG) del Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali (DICAM), edificio afferente alla Scuola di Ingegneria ed Architettura, sito in via Terracini 34, nel Comune di Bologna (BO).
Sono stati effettuati sopralluoghi dai tecnici dell'Ufficio Tecnico dell'Università di Bologna, durante i quali è stata svolta un indagine visiva del danno presente nella struttura, con successiva elaborazione del quadro fessurativo della stessa. Parallelamente è stato eseguito un studio di vulnerabilità sismica con lo scopo di correlare lo stato fessurativo osservato con la presenza di vulnerabilità.

2. Descrizione dell'edificio: inquadramento strutturale

Il Laboratorio di Ingegneria strutturale e geotecnica del DICAM, sito in via Terracini 34, presso la seconda sede della Scuola di Ingegneria e Architettura di Bologna è una struttura prefabbricata composta da un piano fuori terra e un piano interrato.
Il piano Terra (h interpiano 9 m) ospita i locali dei laboratori, mentre il piano interrato (h interpiano 3.5 m), svolge funzione di magazzino e non si estende per tutto lo sviluppo in pianta dell'edificio.
I solai sono realizzati con tegoli di copertura con sezione a pi greco semplicemente appoggiati sulle travi dei telai principali, al di sopra dei quali è stato gettato un massetto alleggerito per le pendenze completato con uno strato di isolante e uno di coibentazione. Le pareti esterne sono realizzate mediante pannelli prefabbricati collegati ai pilastri, mentre i pannelli interni sono in laterizio.
Le fondazioni sono di tipo superficiale, costituite da plinti in corrispondenza delle strutture portanti verticali.
In adiacenza al fabbricato (corpo di fabbrica 3) sono presenti tre strutture di altezza minore (h interpiano 3.5 m) che ospitano gli uffici del personale (corpi di fabbrica 9, 10 e 11). Tali strutture risultano strutturalmente indipendenti rispetto al fabbricato principale, in quanto sono costituite ognuna da 4 pilastri sui cui appoggiano le travi e a loro volta i tegoli prefabbricati, tuttavia tra il fabbricato principale e le strutture più basse non è presente alcun giunto strutturale. Nel dettaglio, il corpo di fabbrica 9 presenta pilastri disassati rispetto a quelli del capannone principale, mentre i corpi 10 e 11 hanno pilastri allineati a quelli del capannone principale. In caso di sisma, per via della mancanza di un giunto, si verificherà il fenomeno del martellamento tra i corpi di fabbrica più bassi e il corpo principale.
I tamponamenti esterni dei due lati ortogonali alla direzione principale del capannone sono costituiti da pannelli ancorati, mentre nell'altra direzione vengono fruttati i pannelli dei capannoni adiacenti, con cui non c'è collegamento.

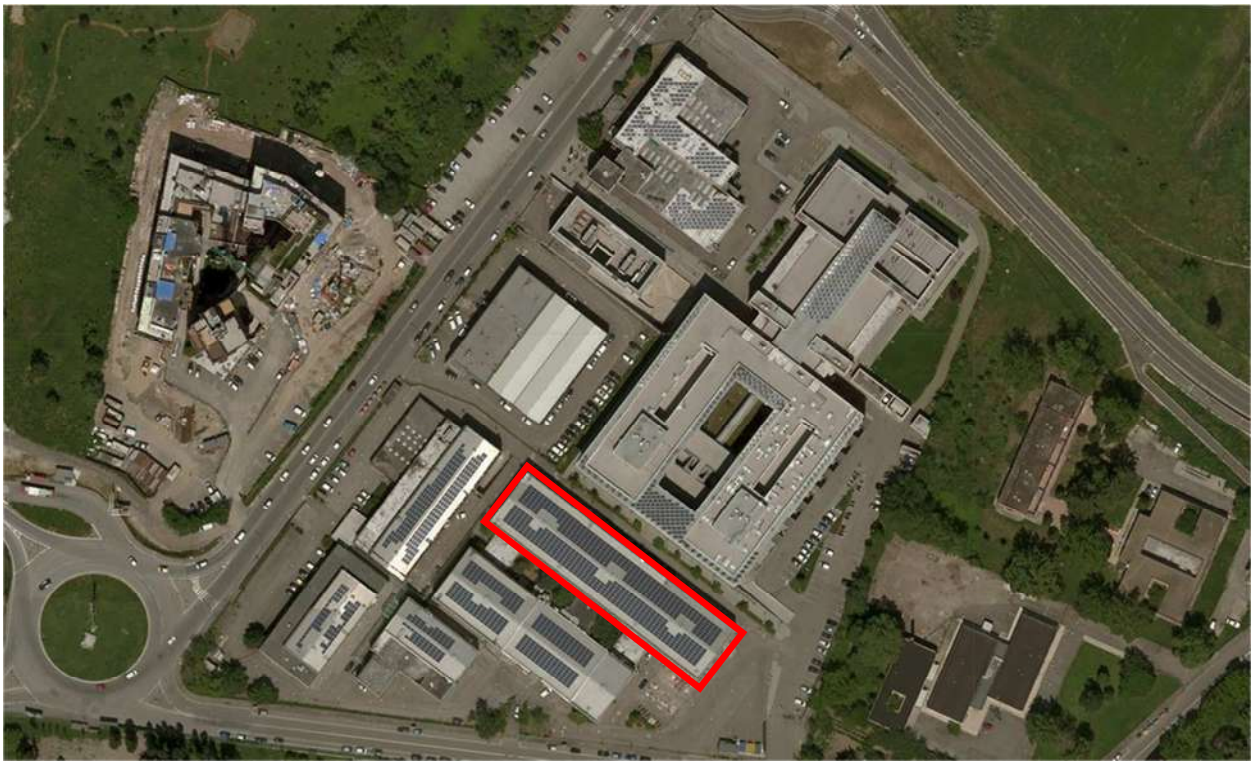


Figura 1: Vista dall'alto del Laboratorio LISG (riquadro rosso) del DICAM, sito in via Terracini 34, presso la seconda sede della Scuola di Ingegneria e Architettura di Bologna.

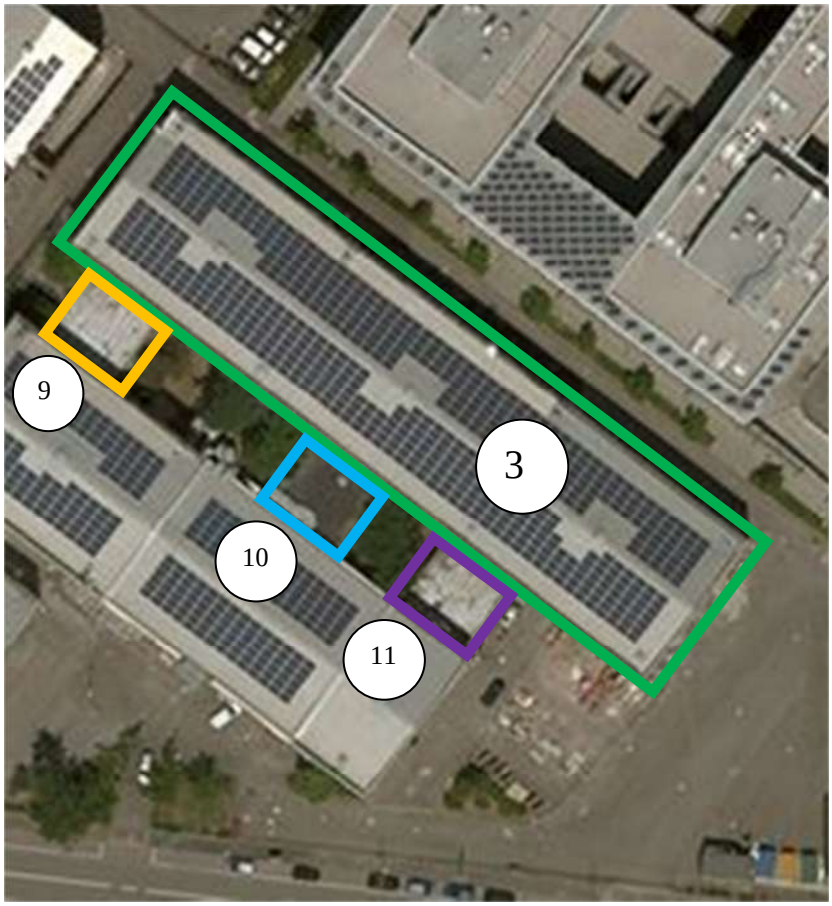


Figura 2: Vista dall'alto del Laboratorio LISG: Individuazione dei corpi di fabbrica.

3. Analisi storico critica ed esito del rilievo geometrico strutturale

3.1 Analisi storico-critica

Oggetto della relazione è un fabbricato industriale misto in c.a. e c.a.p., attualmente sede dei Laboratori LISG-DICAM sito in via Terracini 34 nel Comune di Bologna.
La costruzione dell'edificio risale ai primi anni '90.
Da sottolineare che il tipo di strutture rilevate, la cui descrizione è lasciata al paragrafo seguente, risultano perfettamente compatibili con le tipologie costruttive in uso all'epoca dell'edificazione e dei successivi interventi di modifica cui il fabbricato è stato oggetto.

3.2 Esito del rilievo geometrico-strutturale

L'edificio oggetto di intervento è collocato in una zona industriale sita in via Terracini nella zona Nord-Ovest del Comune di Bologna.
Il terreno è praticamente pianeggiante.
Tale fabbricato è stato oggetto di un sopralluogo preliminare il cui svolgimento ha consentito di raccogliere tutti i dati necessari alla comprensione della natura generale dello stesso, nonché alla cognizione del suo funzionamento strutturale, permettendo di giungere alle seguenti conclusioni:
Il fabbricato in esame presenta:
- **pianta** approssimativamente di forma rettangolare con dimensioni massime di 91 x 22 m e superficie coperta di circa 2002 m^2;
- **altezza del fronte** di 10,2 m circa, corrispondente ad un piano fuori terra;
- **volume fuori terra** di 20420 m^3;
- **regolarità** che, sulla base dei dati precedenti, risulta essere presente sia per quanto riguarda la distribuzione in pianta che per lo sviluppo in altezza.

4. Criticità dell'edificio e vulnerabilità degli elementi non strutturali

Le principali criticità riscontrate sono di seguito riassunte:

- **Pilastri con buona sezione in cls ma debolmente armati.** Si hanno (oltre alle criticità evidenziate in precedenza) pilastri con buona sezione in cls (50*60cm) ma armature molto rade (staffe Φ6/20cm e armatura longitudinale progettata per le sole azioni verticali). Anche per tale motivo le verifiche iniziali sono effettuate con fattore di struttura 1.5 come previsto dall'EC8 e dalle NTC2008.
- **Carenza di collegamenti** Sono presenti carenti collegamenti nei nodi trave-pilastro, trave-tegolo e pilastro-pannello di tamponamento.

5. Analisi del dissesto

Al fine di raggiungere un elevato livello di conoscenza della problematica in questione sono stati eseguiti diversi sopralluoghi, necessari per l'esecuzione di una campagna di indagini visive sull'edificio in questione con lo scopo di rilevare e mappare gli stati di crisi negli elementi primari costituenti le strutture portanti; per tale motivo sono state ispezionate le strutture orizzontali e verticali dell'intero edificio, eseguendo un rilievo geometrico dello stesso nonché del quadro fessurativo ad esso associato.
La necessità di tale indagine esplorativa deriva dalla presenza di un quadro fessurativo che interessa l'intero edificio, seppur con una distribuzione e localizzazione variabile in funzione delle locali variazioni di rigidezza.
In particolare, come evidenziato dalla documentazione fotografica (Allegato 2), l'edificio presenta un quadro fessurativo che può essere sintetizzato come segue:

1) Nel piano interrato sono presenti delle lesioni diagonali e verticali nelle pareti che testimoniano l'avvenuta rotazione relativa tra il piano terra (struttura a telaio prefabbricato) e il piano interrato (struttura a pareti gettate in opera), dovuta alle differenti rigidezze dei due piani.
2) Nel piano terra sono presenti lesioni diagonali nei tamponamenti prefabbricati, nonché spostamenti relativi tra pannelli adiacenti che indicano l'avvenimento di moti rigidi di tali elementi.
3) Nella zona uffici è stata riscontrata la presenza di numerose lesioni nei punti di appoggio dei tegoli sulle trave. È riscontrabile un avvenuto spostamento orizzontale dei tegoli rispetto alle travi, nonché un distaccamento delle travi ai pannelli di tamponamento adiacenti, collegati ai soli capannoni.
   Inoltre sono state riscontrate fessure orizzontali nei tamponamenti che evidenziano il superamento della bassa resistenza a taglio della muratura poco caricata.
   Si può dire quindi che l'edificio sottoposto ad azione sismica ha subito danni dovuti a:
   a. Il movimento differenziale del piano Terra rispetto al piano interrato (molto più rigido)
   b. Il movimento differenziale tra elementi rigidi adiacenti quali sono i tamponamenti orizzontali, e tra tamponamento e pilastro connesso.
   c. Il superamento della resistenza a taglio nei tamponamenti poco caricati e lo spostamento orizzontale dei tegoli di copertura della zona uffici.

Maggiori informazioni possono essere dedotte dalla posizione specifica di ogni singola lesione come dettagliato nell'Allegato 1 e 2. Dall'analisi del dissesto nella sua globalità si rileva una risposta deformativa della struttura imputabile alla presenza di irregolarità in altezza e di rilevanti variazioni di rigidezza tra elementi strutturali che insieme alla presenza di carenti collegamenti tra gli elementi principali ne ha causato il danneggiamento sopra descritto sotto l'azione del sisma.

6. *Nesso causale del danno sismico*

Dall'approfondimento dell'analisi del quadro fessurativo deriva che le lesioni sono concentrate prevalentemente laddove si riscontrano irregolarità in altezza e rilevanti variazioni di rigidezza tra elementi strutturali, essendo queste le zone in cui si sviluppano maggiormente delle concentrazioni di sollecitazione. Altre lesioni sono riconducibili allo spostamento degli impalcati deformabili (copertura zona uffici); tale movimento ha generato, in alcuni punti, lo scorrimento dei tegoli in adiacenza, con conseguente spostamento delle teste dalle selle di appoggio. Si può affermare che i danni strutturali segnalati dal quadro fessurativo denotano la tipica risposta strutturale alle sollecitazioni dinamiche delle strutture prefabbricate in cemento armate, costruite in assenza di criteri antisismici.
Per verificare il nesso di causalità-effetto col sisma del 20-29 maggio 2012 è stato eseguito un studio di vulnerabilità sismica con lo scopo di correlare lo stato fessurativo osservato con la presenza di criticità. Analizzando nel dettaglio gli effetti rilevati è possibile notare una stretta relazione tra la posizione e lo sviluppo delle lesioni, la tipologia del danno e la morfologia dell'edificio, con un incremento delle lesioni nelle zone caratterizzate da variazioni di rigidezza. Nel seguito si riportano le osservazioni necessarie per definire il nesso di causalità-effetto, e quindi il nesso tra i danni riscontrati e la vulnerabilità sismica studiata mediante un modello agli FE della struttura.
Si sottolinea che lo studio di vulnerabilità sismica ha riguardato soprattutto la struttura principale del Laboratorio (Piano Terra) e che le lesioni riscontrate al piano interrato sono gli effetti del movimento di tale struttura. Nella zona uffici si riscontra invece un movimento relativo del piano copertura deformabile, che ha causato i danni evidenziati nell'ALLEGATO 2.
La zona Laboratorio, come riportato al capitolo 3, presenta lesioni diagonali nei tamponamenti prefabbricati, nonché spostamenti relativi tra pannelli adiacenti che indicano l'avvenimento di moti rigidi di tali elementi. Questo è facilmente riscontrabile guardando la deformata ottenuta per la combinazione SLV (in Figura 3 e 4 si riportano le deformate per SLV-Y, ovvero con l'azione del sisma in Y al 100% combinata con l'azione del sisma in X al 30%). Si sottolinea infatti che gli spostamenti che nascono nei pilastri vengono subiti dai pannelli orizzontali che tendono a comportarsi come elementi infinitamente rigidi se disposti nella direzione parallela al moto principale, causando uno spostamento relativo e quindi un distaccamento tra tali elementi. I pannelli disposti nella direzione ortogonale al moto, invece, hanno subito fessurazioni diagonali in quanto non risultano infinitamente rigidi fuori dal loro piano. In Figura 5 e 6 si riportano le deformate relative che indicano gli spostamenti relativi tra gli elementi.

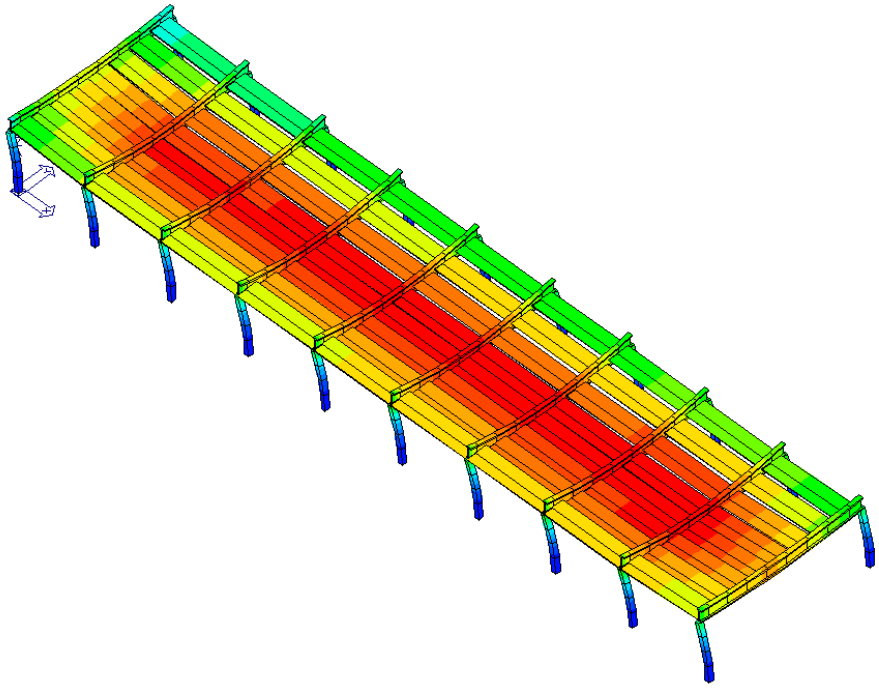


Figura 3 - *Deformata per la combinazione SLV-Y (sisma Y al 100% e sisma X al 30%)*

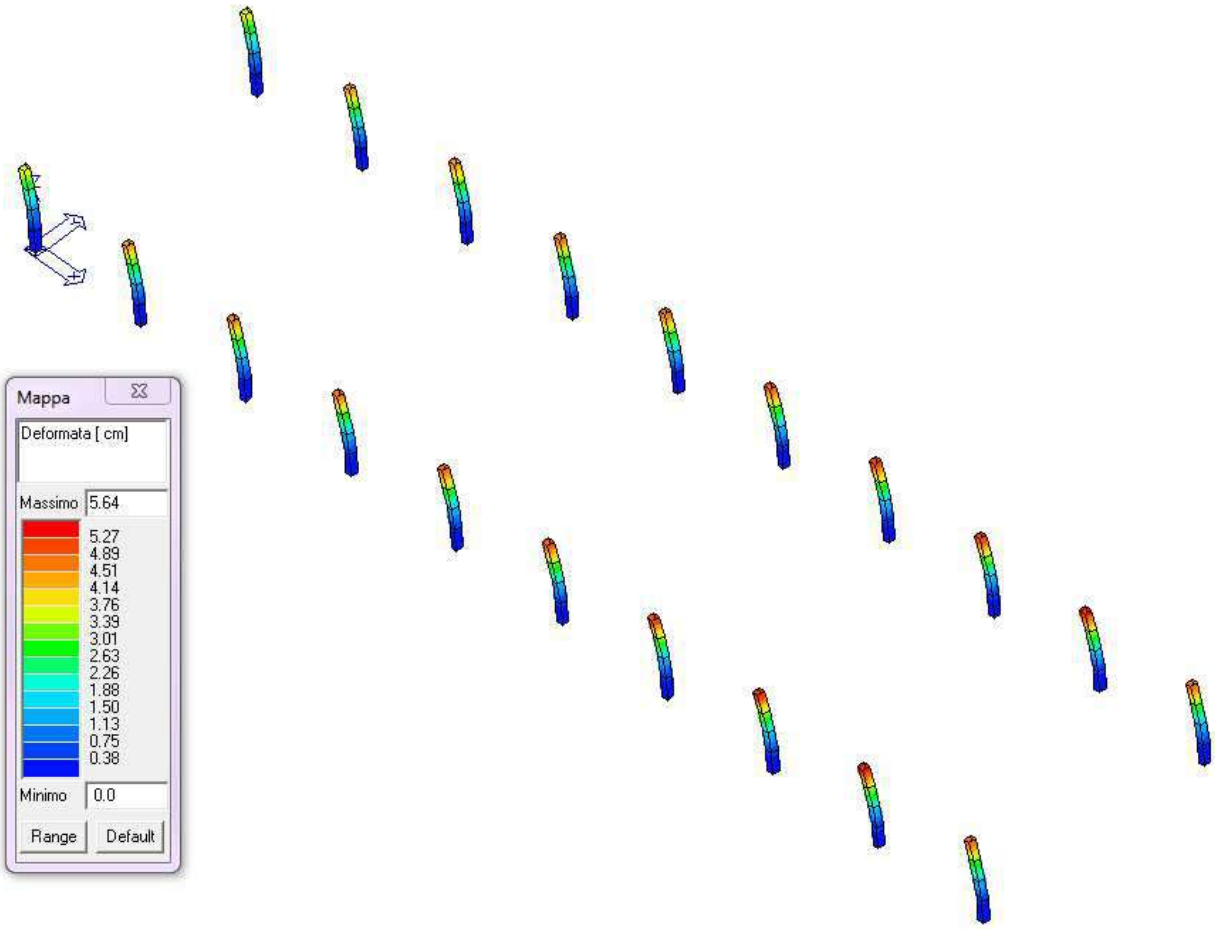


Figura 4 - *Deformata per la combinazione SLV-Y (sisma Y al 100% e sisma X al 30%), particolare dei pilatri*

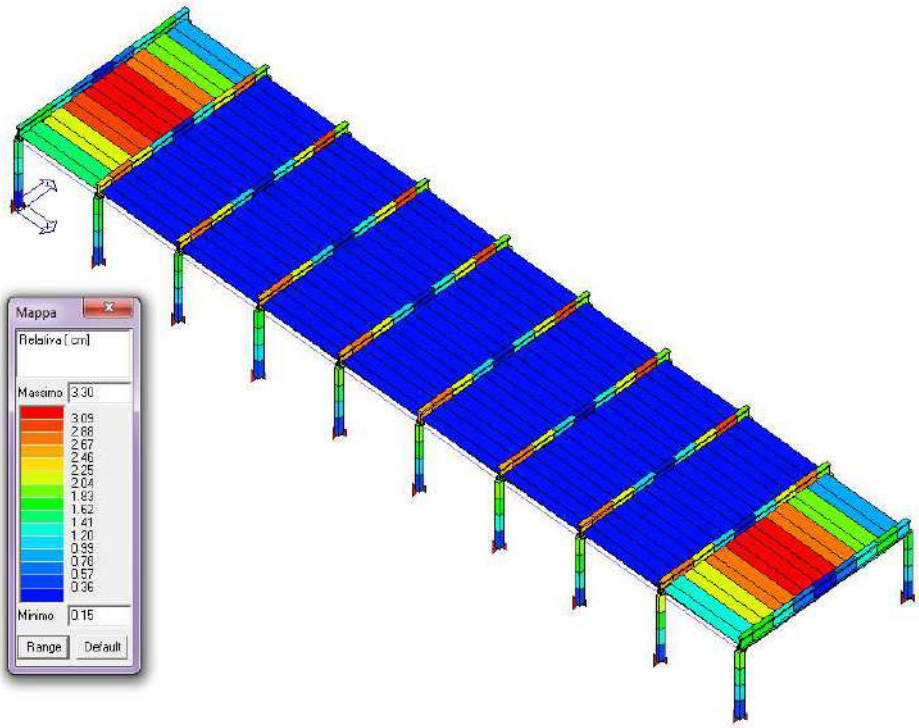


Figura 5 - *Deformata relativa per la combinazione SLV-Y (sisma Y al 100% e sisma X al 30%)*

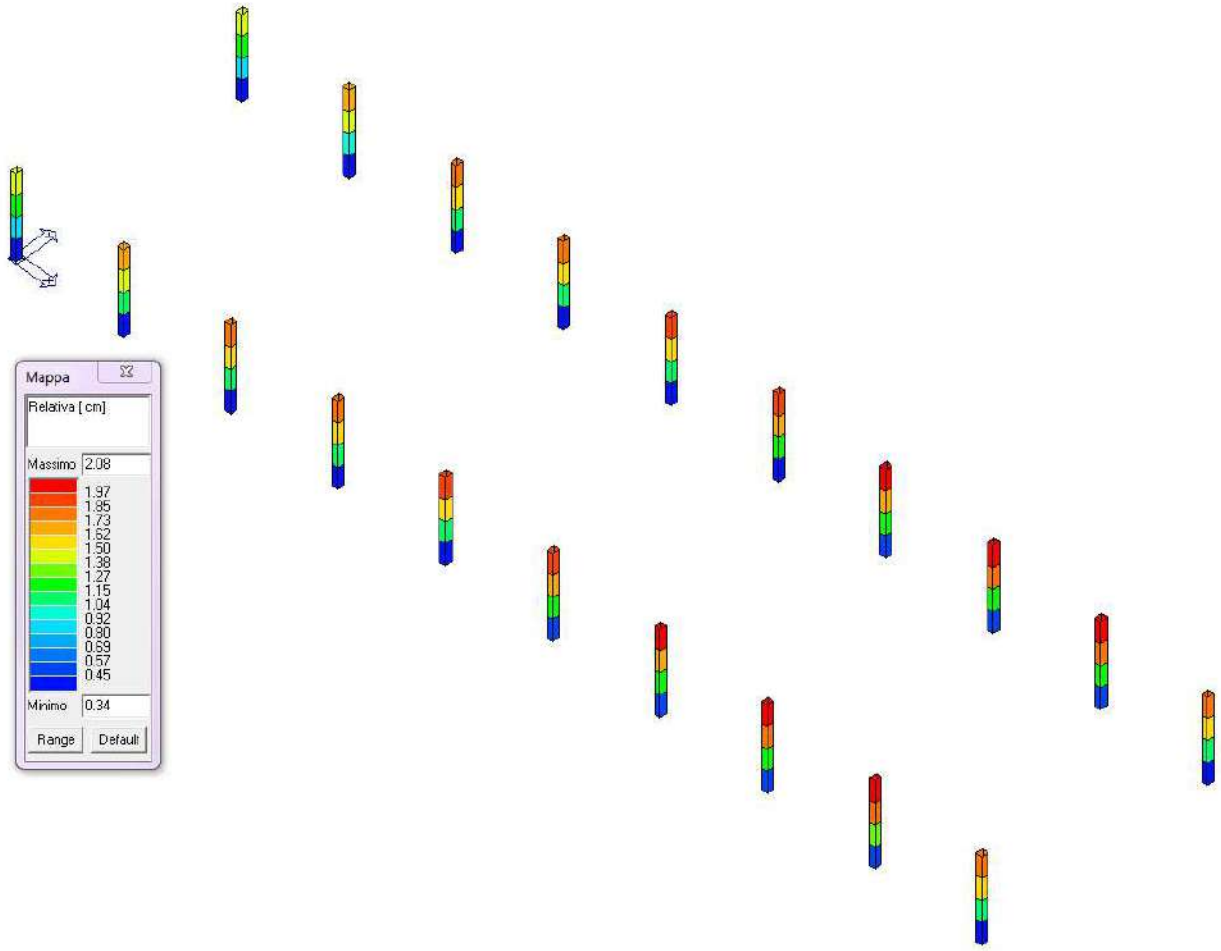


***Figura 6** - Deformata relativa per la combinazione SLV-Y (sisma Y al 100% e sisma X al 30%), particolare dei pilastri*

Riunendo tutti gli elementi descritti in un unico modello ne risulta l'attribuzione del quadro fessurativo ad una deformazione simicamente indotta, dovuta alle variazioni di rigidezza globale della struttura.
Tutti i danni riscontrati sono visionati in corrispondenza di elementi a deformabilità differente, sottoposte ad azione sismiche. Inoltre la presenza di lesioni recenti, l'orientamento e lo sviluppo, dimostrano il comportamento che è risultato dallo studio di vulnerabilità sismica.
In conclusione **risulta che i danni rilevati non sono pre-esistenti al sisma del 20 e 29 maggio 2012 e non sono pertanto dovuti a vetustà e/o cattiva manutenzione, mentre sono chiaramente attribuibili ad una risposta sismica locale e globale dettata dalla combinazione di modi torsionali simicamente indotti dal terremoto. Di conseguenza si assevera il nesso di causalità-effetto con il sisma.**

7. Valutazione del livello di sicurezza

Il livello di sicurezza (LS) dell'edificio è stato determinato a partire da due modelli numerici tridimensionali ad elementi finiti (Figura 87) e sui quali è stata eseguita una analisi dinamica modale con spettro di progetto con fattore q.
Nel primo modello è stata simulata l'assenza del giunto tra il corpo di fabbrica principale e i corpi di fabbrica più bassi, mediante l'inserimento di aste resistenti solo a compressione, mentre nel secondo modello è stata simulata la presenza del giunto (rimuovendo le aste resistenti solo a compressione).

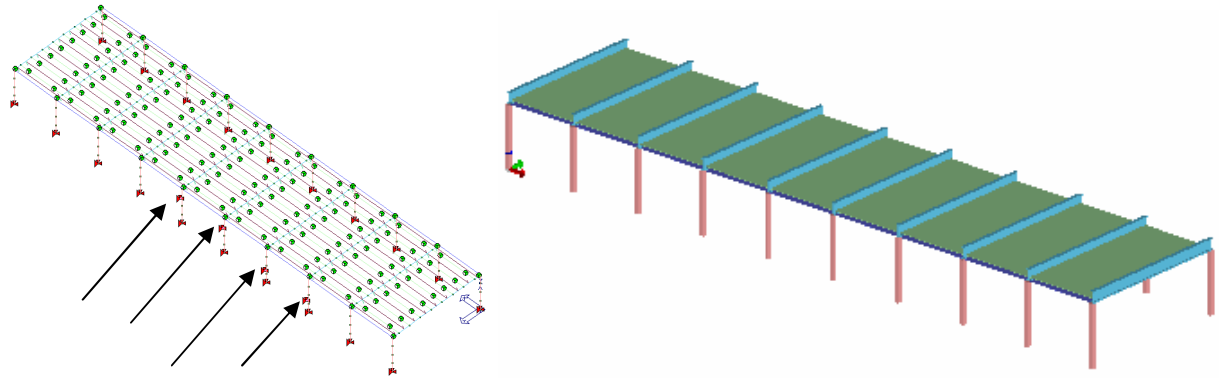


Figura 7: Vista 3D a fil di ferro e vista 3D solida del modello numerico ad elementi finiti che simula l'assenza del giunto. Le frecce indicano le aste resistenti solo a compressione.

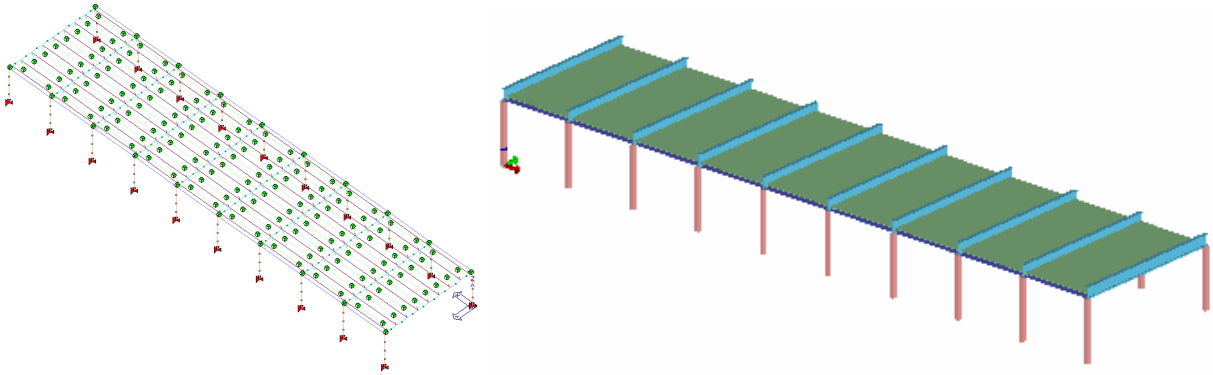


Figura 8: Vista 3D a fil di ferro e vista 3D solida del modello numerico ad elementi finiti che simula la presenza del giunto.

6.1 Livello sicurezza in assenza di giunto sismico (stato attuale):

Nel dettaglio, allo stato attuale, ovvero in assenza di giunto sismico, la determinazione del livello di sicurezza è stata effettuata adottando le seguenti ipotesi:

- Terreno di Tipo C;
- Livello di conoscenza LC2 (FC = 1,2);
- Fattore di struttura q = 1,5;
- Eliminazione delle carenze in termini di collegamento tra trave-tegolo e trave-pilastro.

Sulla base di tali ipotesi, l'edificio prima della creazione del giunto sismico ha un livello di sicurezza minore di 0,1ag. Per tale valore di accelerazione si innesca la crisi dei 4 pilastri collegati con i corpi di fabbrica degli uffici (corpo 10 e corpo 11).

	Capannone	Livello di sicurezza min Terreno C; q = 1,5; FC = 1,2	Descrizione
5a	LISG	ALFA < 0,10 ag	Con questo valore di ag si innesca la crisi dei 4 pilastri collegati con i corpi di fabbrica degli uffici.

Le figure seguenti illustrano le carenze a pressoflessione e a taglio ottenute mediante il modello di calcolo ad elementi finiti, in cui è stata simulata l'assenza del giunto tra i due corpi di fabbrica.

6.1.1 Carenza N/M (%)

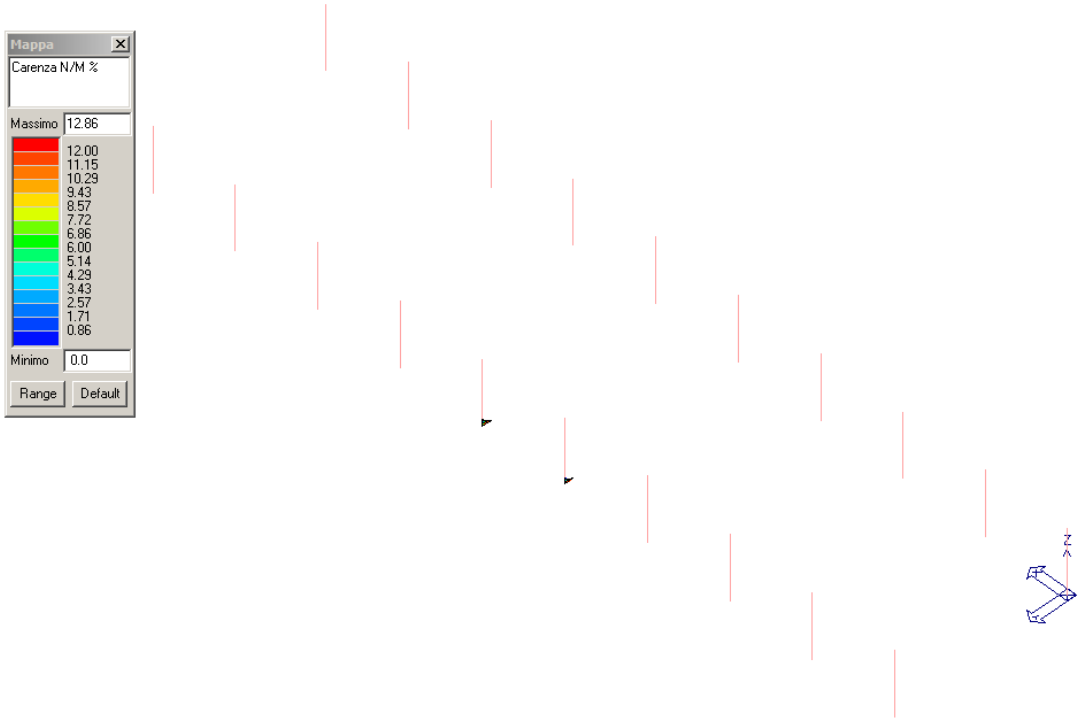


Figura 9: Carenza N/M (%) con 0,10 a_g.

6.1.2 Carenza V2 (daN)

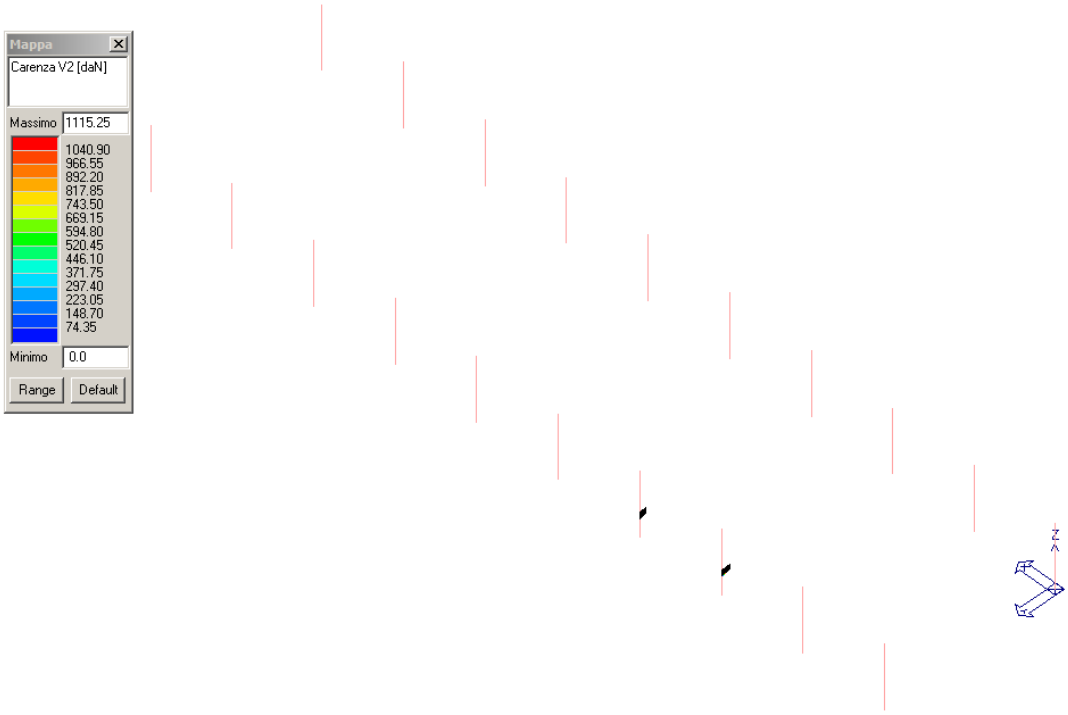


Figura 10: Carenza V2 (daN) con 0,10 a_g.

6.2 Livello sicurezza in presenza di giunto sismico:

Considerando di realizzare un giunto tra i corpi di fabbrica bassi e il corpo principale, la determinazione del livello di sicurezza è stata effettuata adottando le seguenti ipotesi:

- Terreno di Tipo C;
- Livello di conoscenza LC2 (FC = 1,2);
- Fattore di struttura q = 1,5;
- Eliminazione delle carenze in termini di collegamento tra trave-tegolo e trave-pilastro.

Sulla base di tali ipotesi, sono state individuate le percentuali di azione sismica che determinano il manifestarsi di carenze a pressoflessione e taglio nei pilastri della struttura, come illustrato sinteticamente nella tabella seguente.

	Capannone	Livello di sicurezza min	Livello di sicurezza	M/N%		V2		V3	
		Terreno C; q = 1,5; FC = 1,2	Terreno C; q = 1,5; FC = 1,2	N°pilastri	Descrizione	N°pilastri	Descrizione	N°pilastri	Descrizione
5b	LISG CON GIUNTO	ALFA = 0,95 ag	0,24 ag	0		0		0	
			0,29 ag	0		0		0	
			0,34 ag	0		0		0	
			0,38 ag	0		0		0	
			0,43 ag	0		0		0	
			0,48 ag	0		0		0	
			0,53 ag	0		0		0	
			0,57 ag	0		0		0	
			0,95 ag	16	8 pilastri sul filo 1 8 pilastri sul filo 2	0		0	
			Totale pilastri non verificati	**16 su 20**		**0 su 20**		**0 su 20**	

Per l'edificio in esame, una volta realizzato il giunto, il livello di sicurezza minimo, che determina la crisi diffusa di 16 pilastri a pressoflessione è pari a 0,95 ag.

Le figure seguente illustrano le carenze a pressoflessione ottenute mediante il modello di calcolo ad elementi finiti, in cui è stata simulata la presenza del giunto tra i corpi di fabbrica. Non sono presenti carenze a taglio.

6.2.1 Carenza N/M (%)

Figura 11: Carenza N/M (%) con 0,95 a_g.

Nella pianta di seguito riportata le percentuali di azione sismica che determinano le carenze a pressoflessione e a taglio sono indicate accanto ai corrispondenti pilastri, con e senza giunto sismico.

8. Interventi necessari alla messa in sicurezza

Gli interventi necessari alla messa in sicurezza interessano sostanzialmente gli elementi strutturali isostatici e gli elementi non strutturali.

Per quanto riguarda gli elementi strutturali isostatici, gli interventi di messa in sicurezza saranno volti a realizzare un adeguato collegamento tra:

- Tegolo e trave;
- Trave e pilastri;
- Creazione di un giunto tra il fabbricato corpo di fabbrica principale e i corpi di fabbrica più bassi;

mentre per quanto riguarda gli elementi non strutturali, gli interventi di messa in sicurezza saranno volti a realizzare un adeguato collegamento di:

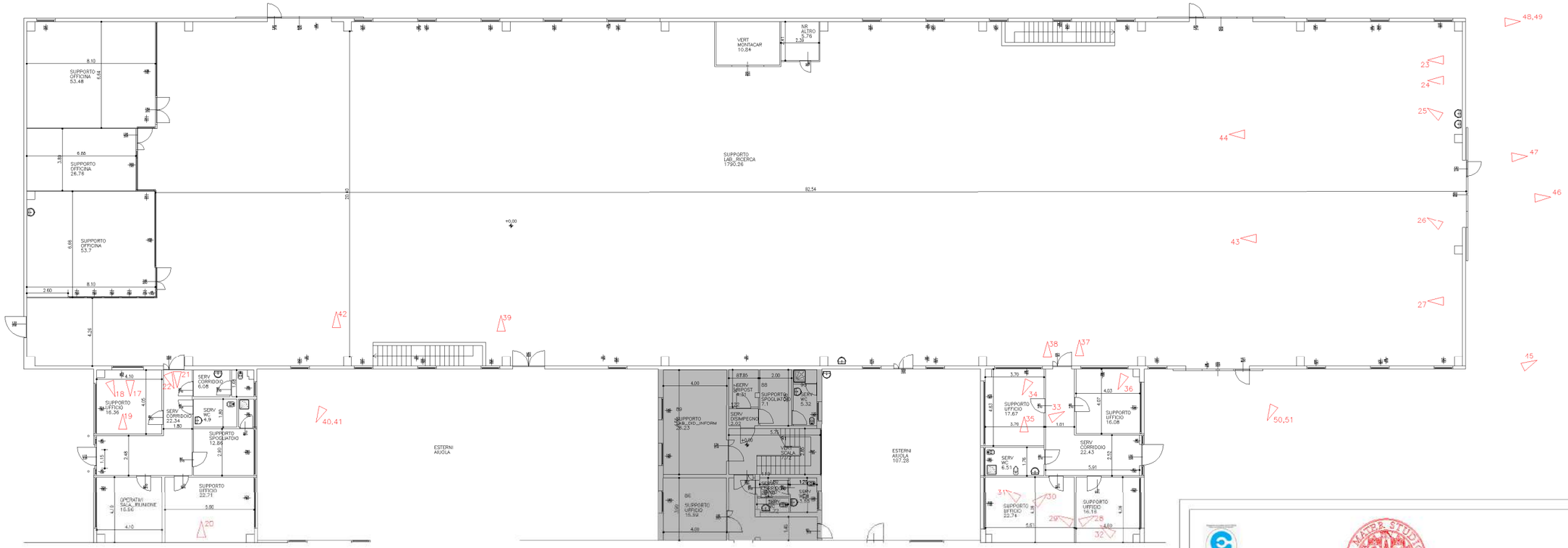
- Pareti interne in muratura non soggette a carico verticale;
- Pannelli di tamponamento esterni.

ALLEGATO 1:

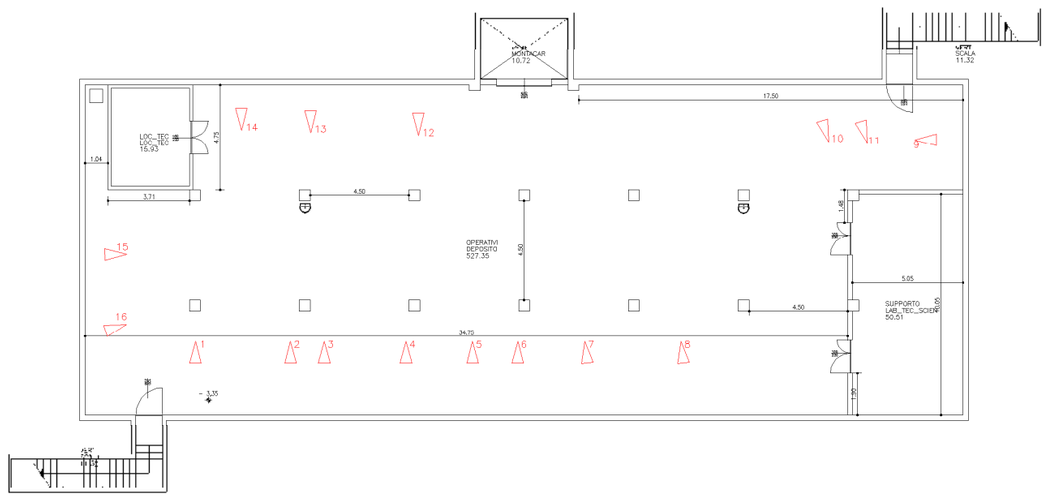
PIANTE DEL RILIEVO FOTOGRAFICO RELATIVO AL

QUADRO FESSURATIVO

PIANTA PIANO TERRA



PIANTA PIANO INTERRATO



ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA DI BOLOGNA
VIA SAN SIGISMONDO 5 - 40126 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2099000- FAX +39 051 2099006

AREA EDILIZIA E LOGISTICA

Interventi di Messa in Sicurezza Strutture Prefabbricate
Laboratorio LISG del DICAM
afferente alla Scuola di Ingegneria e Architettura
Via Terracini 34 – Bologna

PROPRIETA' EDIFICIO
ALMA MATER STUDIORIUM - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA

FABBRICATO N.	CODICE PROGETTO (PAL) N.	TICKET N.
341	-	

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E LOGISTICA
ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	DIRETTORE DEI LAVORI
ing. FRANCESCA CIOFFI	ing. ENRICO BENAGLI

PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO STRUTTURALE	ing. ENRICO BENAGLI
COLLABORATORI	prof. ing. Marco Savoia CIRI EC ing. Barbara Ferracuti CIRI EC ing. Lorenzo Bacci CIRI EC arch. Maurizio Capra AUTC

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE: PRELIMINARE ☐ DEFINITIVO ☐ ESECUTIVO ☒ AS-BUILT ☐

OGGETTO TAVOLA	SCALA	TAVOLA N.
RILIEVO FOTOGRAFICO QUADRO FESSURATIVO PIANTA PIANO TERRA E PIANO INTERRATO	1:250	RF1
	DATA MAGGIO 2014	
	REV. 00 DATA 12/05/2014	

ALLEGATO 2:

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA AL

QUADRO FESSURATIVO

PIANO INTERRATO – CORPO 3

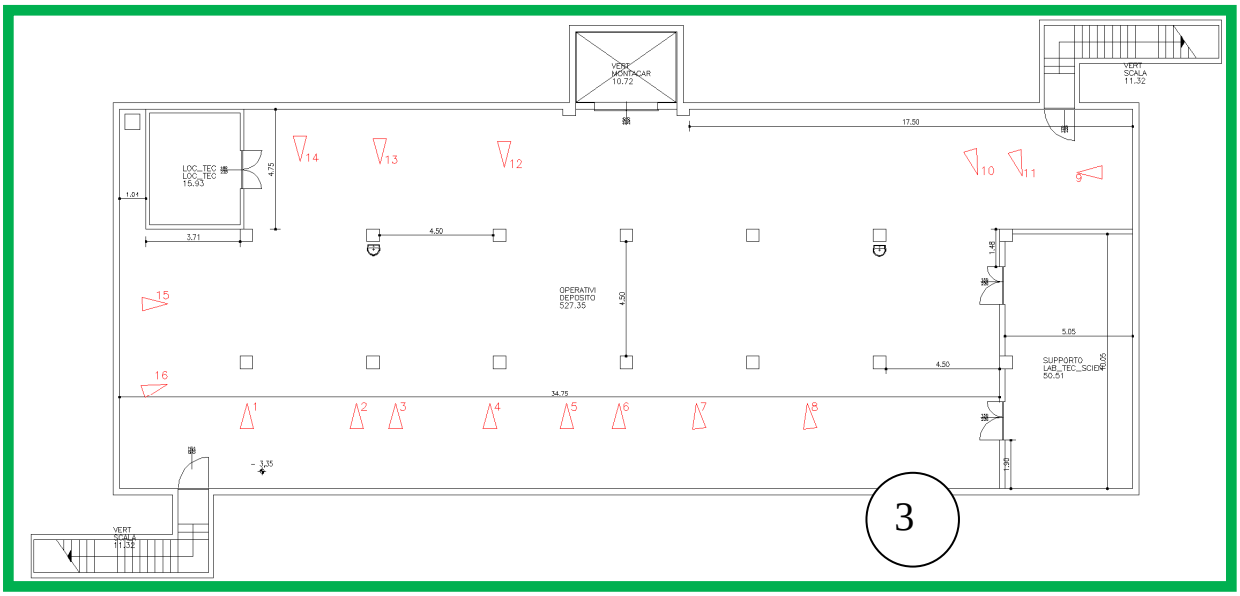


Figura 12: Piano Interrato.

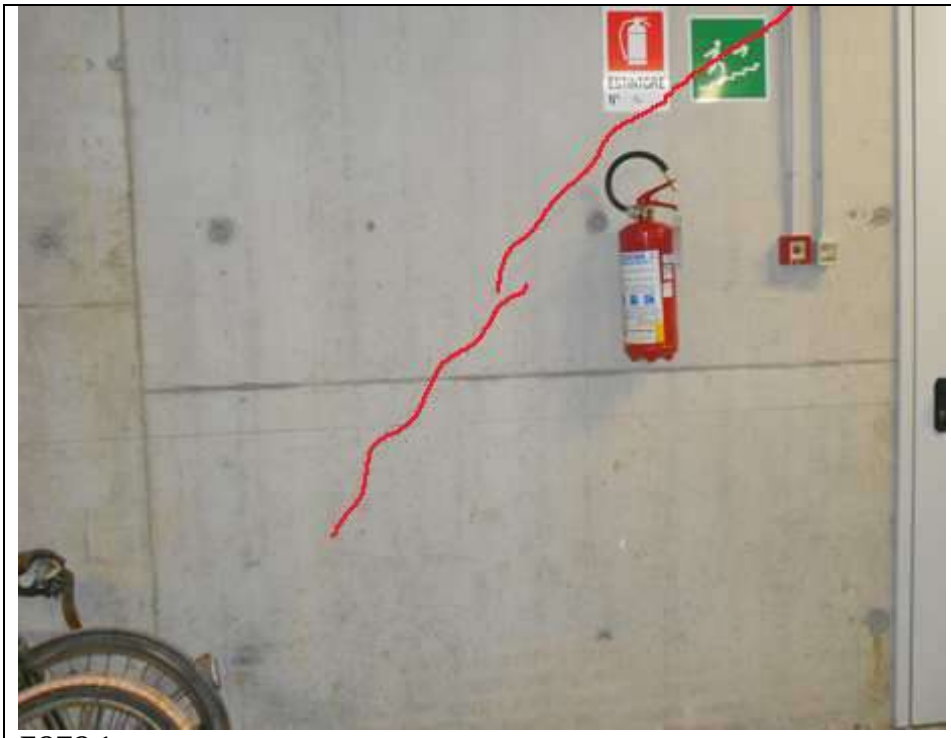


FOTO 1

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUTA A PARTIRE DALLO STIPITE DELLA PORTA

FOTO 2

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA IN CORRISPONDENZA DELLA CASSETTA ANTINCENDIO

FOTO 3

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA IN CORRISPONDENZA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 4

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA DEL MODUULO DI GETTO

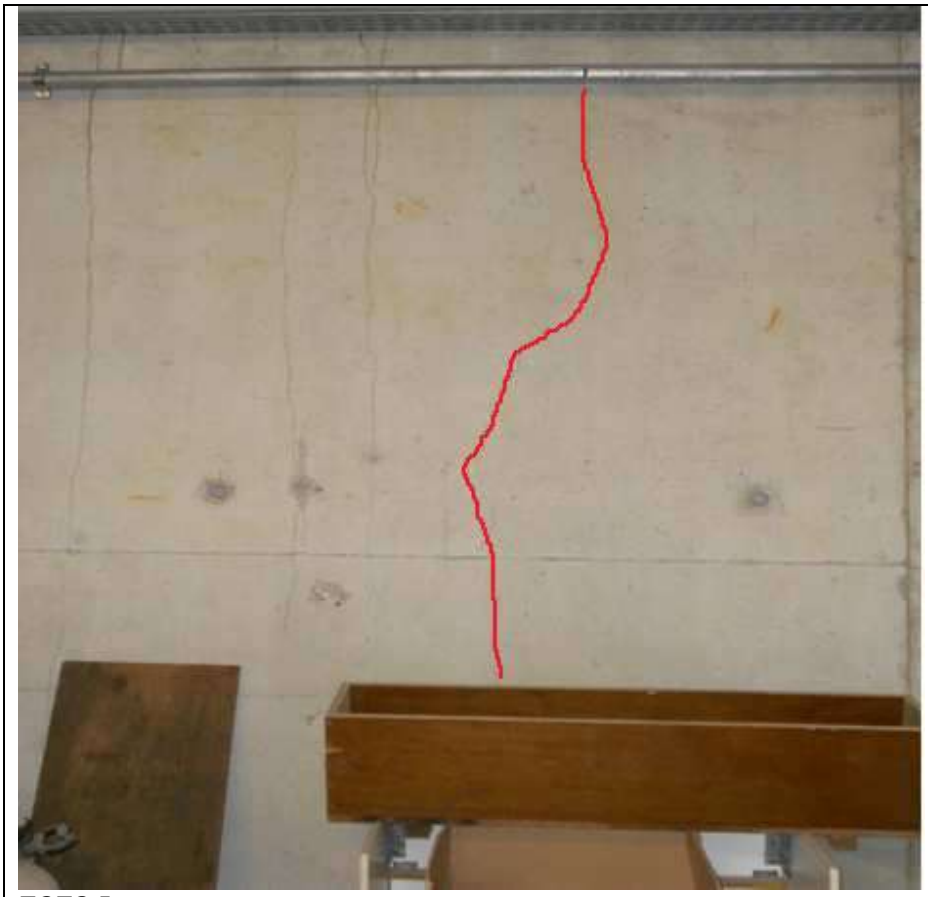


FOTO 5

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA SINISTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 6

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA SINISTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 7

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA SINISTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 8

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA SINISTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 9

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA DESTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

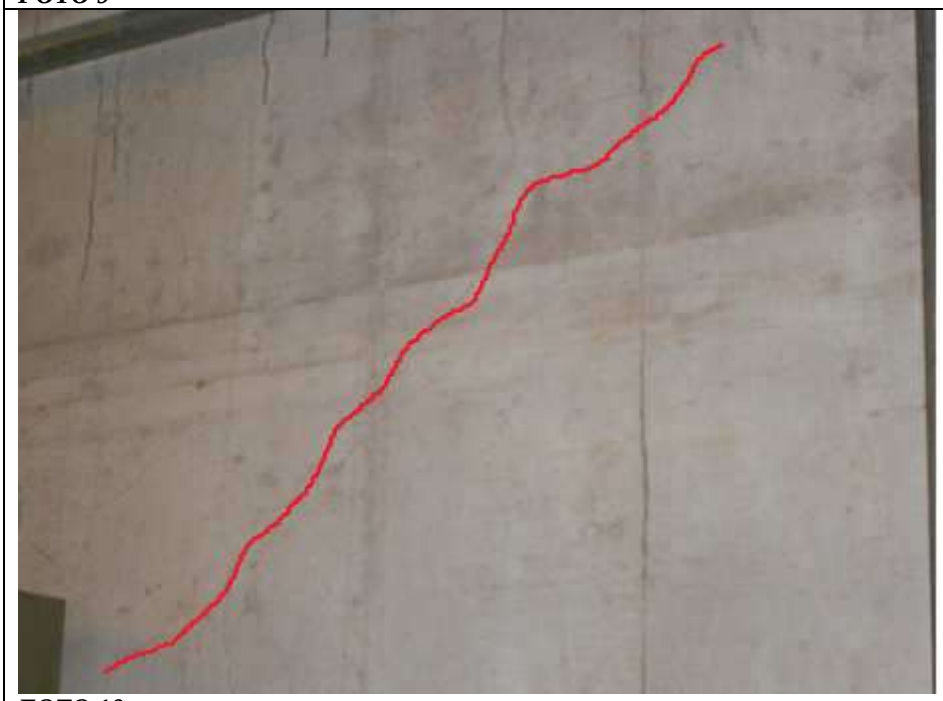


FOTO 10

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUTA A PARTIRE DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

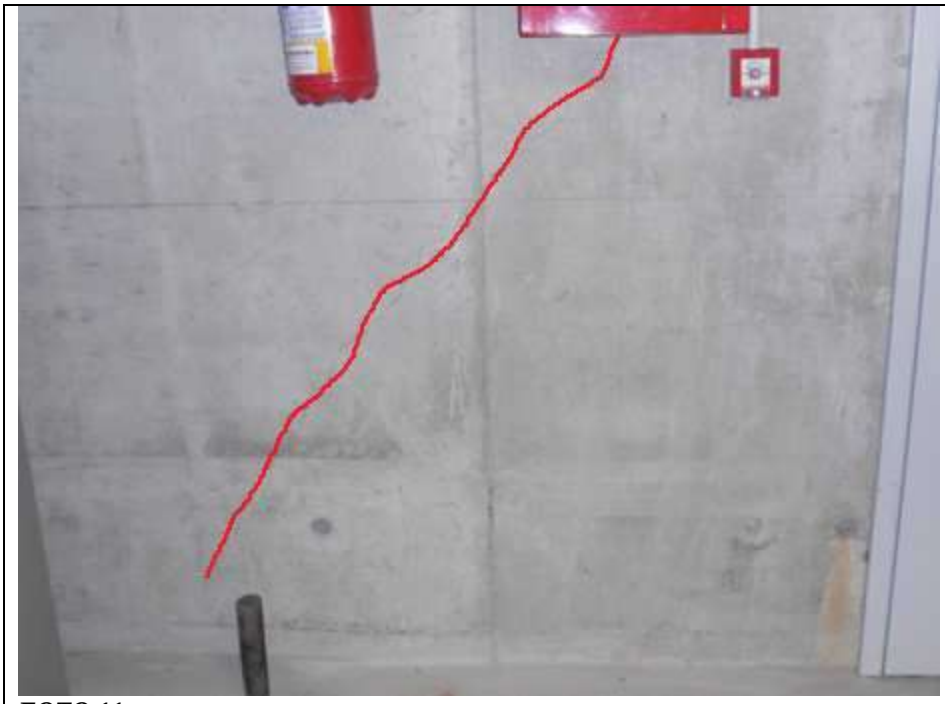


FOTO 11

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUTA A PARTIRE DALLO STIPITE DELLA PORTA

FOTO 12

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA IN CORRISPONDENZA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 13

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA ALLA SINISTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

FOTO 14

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA ALLA MEZZERIA DI GETTO DI UN MODULO

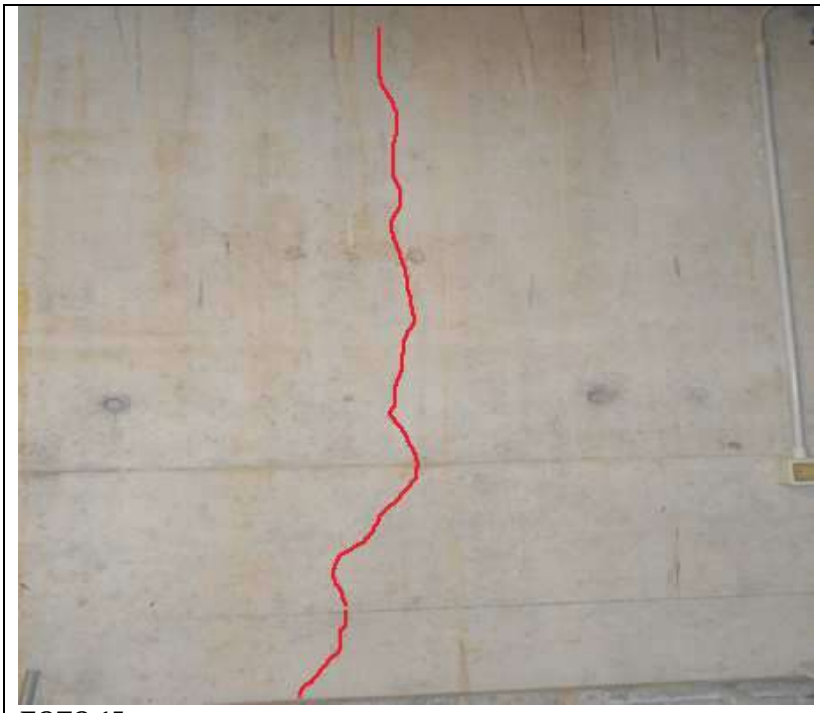


FOTO 15

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-DIAGONALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA MEZZERIA DI GETTO DI UN MODULO

FOTO 16

CORPO 3

DANNI PARETI

FESSURA PSEUDO-VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA DESTRA DELLA LINEA VERTICALE DI GETTO DEL MODULO

PIANO TERRA – CORPO 3

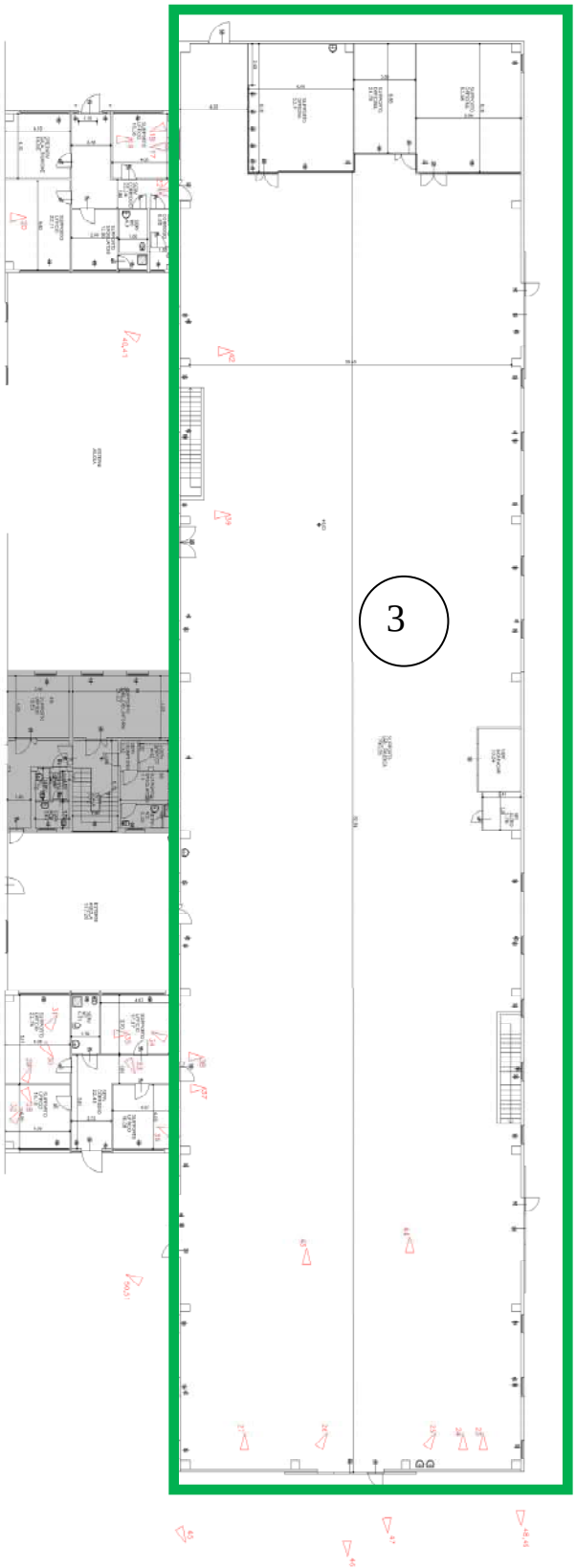


Figura 13: Piano Terra.

FOTO 17

CORPO 3

DANNI PANNELLI

SISTEMA DI FESSURE DIAGONALI INCLINATE VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA SOPRA E SOTTO ALLA LINEA ORIZZONTALE DI UNIONE DEI PANNELLI ESTERNI

FOTO 18

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FESSURA DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA SINISTRA DELLA COLONNA

FOTO 19

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FUORI PIOMBO DEL PANNELLO: SI NOTA UNA ROTAZIONE RELATIVA ORIZZONTALE DEL PANNELLO RISPETTO AI PILASTRI A CUI SONO COLLEGATI.

FOTO 20

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FUORI PIOMBO DEL PANNELLO: SI NOTA UNA ROTAZIONE RELATIVA VERTICALE DEL PANNELLO RISPETTO AL PILASTRO A CUI È COLLEGATO.

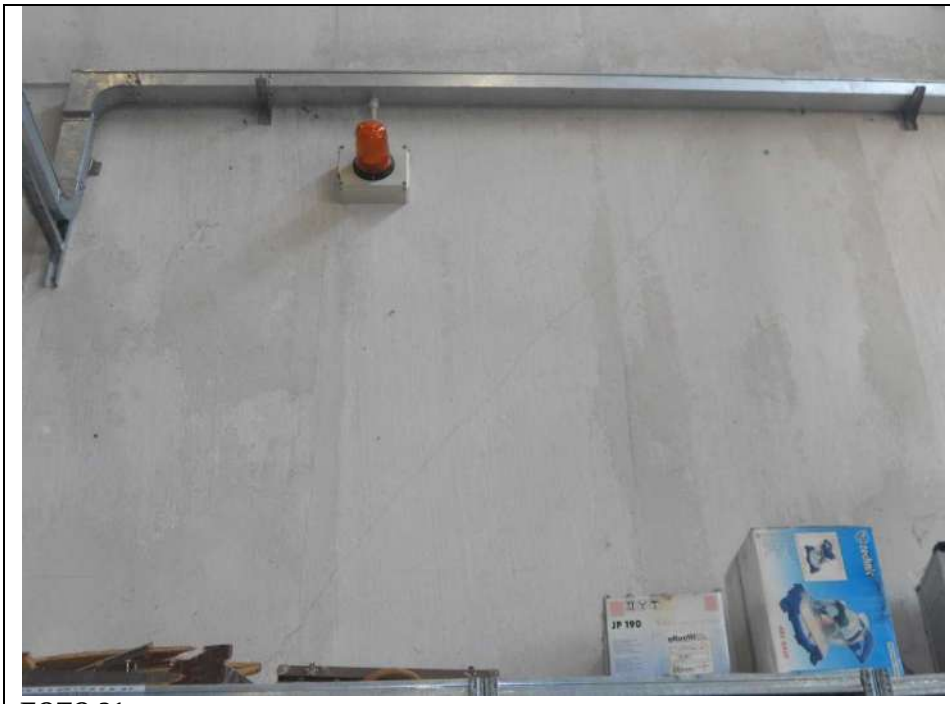


FOTO 21

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FESSURA DIAGONALE INCLINATA VERSO SINISTRA LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA ALLA MEZZERIA DI UN MODULO

FOTO 22

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FESSURA DIAGONALE AVVENUTA IN CORRISPONDENZA DI UN APERTURA

FOTO 23

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FESSURA DIAGONALE AVVENUTA IN CORRISPONDENZA DI UN APERTURA

FOTO 24

CORPO 3

DANNI IMPALCATO

FESSURA INDIVIDUATA SUL PAVIMENTO DEL PIANO TERRENO

FOTO 25

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FESSURAZIONE DEL TAMPONAMENTO TRA LE APERTURE IN CORRISPONDENZA DELLO SPIGOLO

VEDI ANCHE FOTO N. 42 DAL LATO INTERNO DEL MURO

FOTO 26

CORPO 3

DANNI PANNELLI

FESSURAZIONE DEL TAMPONAMENTO TRA LE APERTURE IN CORRISPONDENZA DELLO SPIGOLO

PARTICOLARE

VEDI ANCHE FOTO N. 42 DAL LATO INTERNO DEL MURO

FOTO 27

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO DELLA FINESTRA DAL SUO TELAIO, RIMASTO SOLIDALE AL PANNELLO TRA LE APERTURE CHE HA SUBITO UN MOVIMENTO

VEDI ANCHE SEQUENZA FOTO N. 40 E 41

FOTO 28

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO TRA DUE PANNELLI ADIACENTI DOVUTA AL MOTO RIGIDO RELATIVO AVVENUTO

CADUTA DELLE GUARNIZIONI

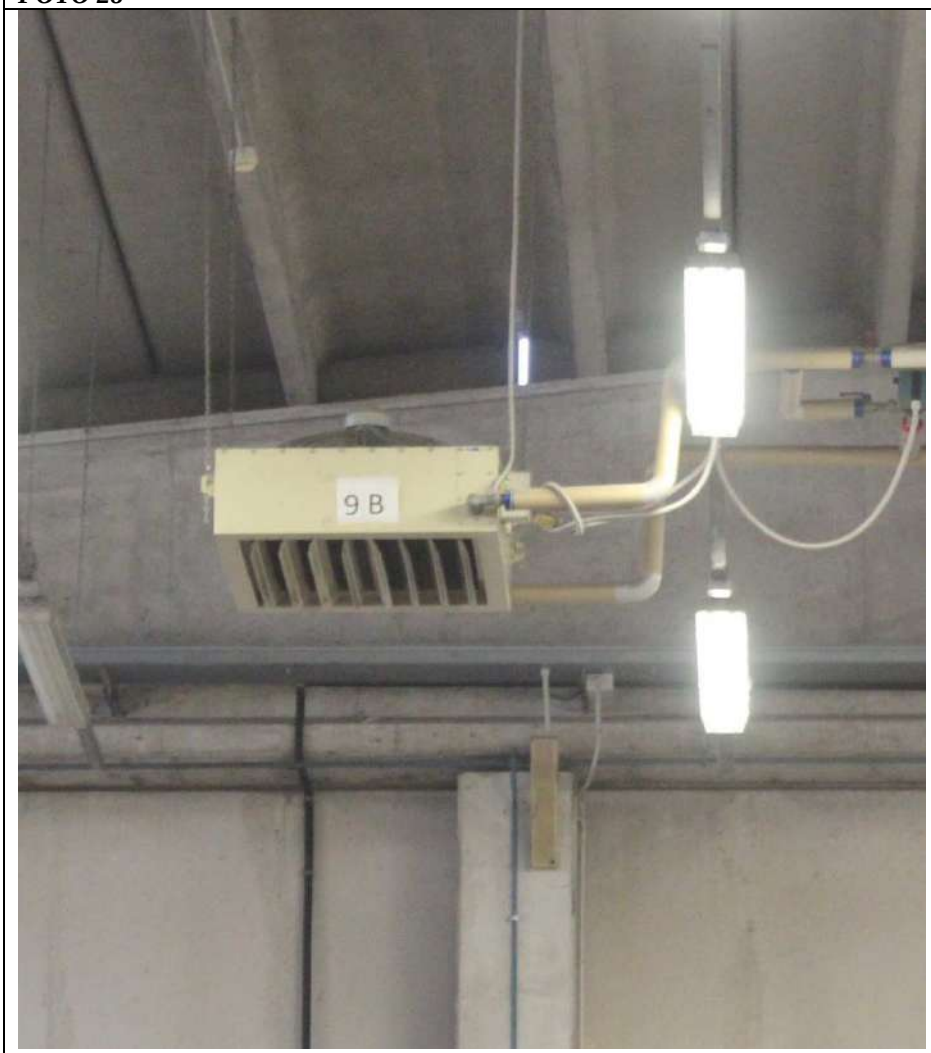


FOTO 29

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO TRA DUE PANNELLI ADIACENTI DOVUTA AL MOTO RIGIDO RELATIVO AVVENUTO

CADUTA DELLE GUARNIZIONI

FOTO 30

CORPO 3

DANNI PANNELLI

ATTIVAZIONE DI UN MECCANISMO DI RIBALTAMENTO DEI PANNELLI DI TAMPONAMENTO

DANNO ALLE GIUNZIONI

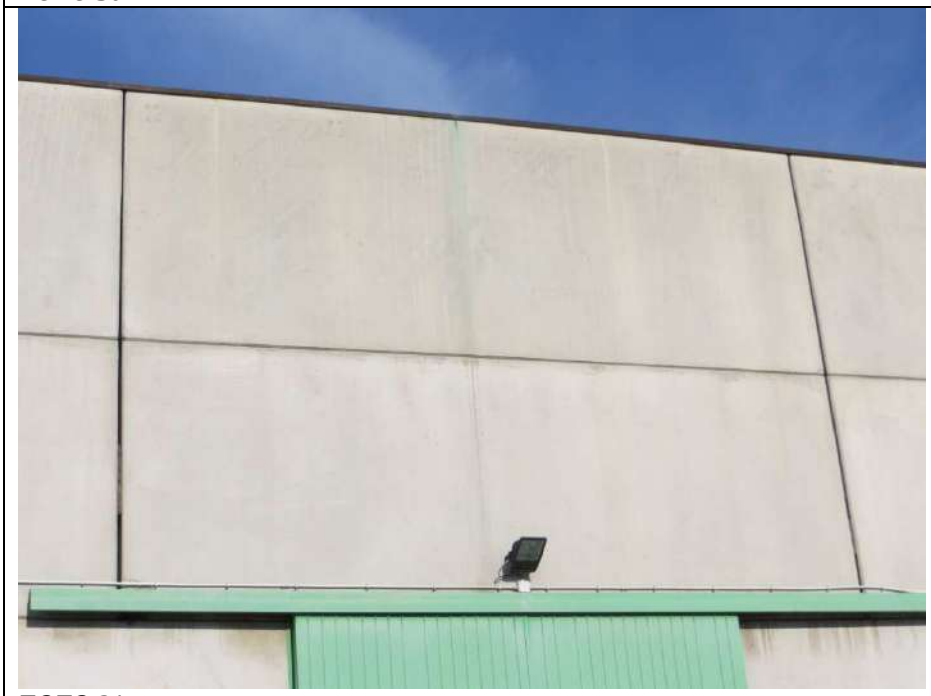


FOTO 31

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO TRA DUE PANNELLI ADIACENTI DOVUTA AL MOTO RIGIDO RELATIVO AVVENUTO

CADUTA DELLE GUARNIZIONI

VEDI FOTO N.43 E 44

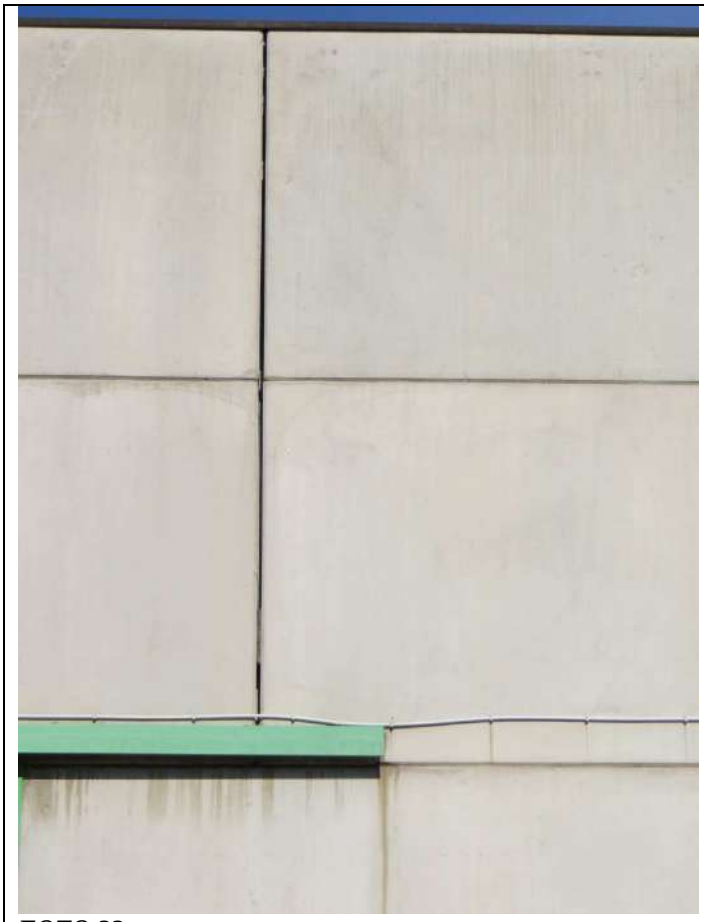


FOTO 32

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO TRA DUE PANNELLI ADIACENTI DOVUTA AL MOTO RIGIDO RELATIVO AVVENUTO

CADUTA DELLE GUARNIZIONI

VEDI FOTO N. 44

FOTO 33

CORPO 3

DANNI PANNELLI

ATTIVAZIONE DI UN MECCANISMO DI RIBALTAMENTO DEI PANNELLI DI TAMPONAMENTO

DANNO ALLE GIUNZIONI

FOTO 34

CORPO 3

DANNI PANNELLI

ATTIVAZIONE DI UN MECCANISMO DI RIBALTAMENTO DEI PANNELLI DI TAMPONAMENTO

DANNO ALLE GIUNZIONI

PARTICOLARE

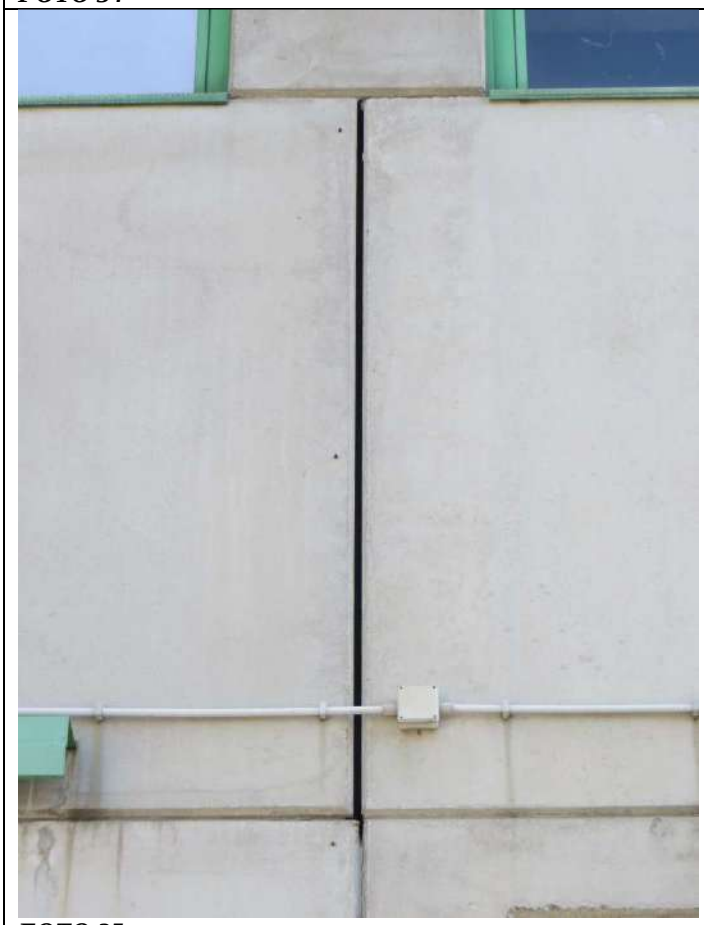


FOTO 35

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO TRA DUE PANNELLI ADIACENTI DOVUTA AL MOTO RIGIDO RELATIVO AVVENUTO

CADUTA DELLE GUARNIZIONI

FOTO 36

CORPO 3

DANNI PANNELLI

DISTACCO TRA DUE PANNELLI ADIACENTI DOVUTA AL MOTO RIGIDO RELATIVO AVVENUTO

CADUTA DELLE GUARNIZIONI

PIANO TERRA – CORPO 11

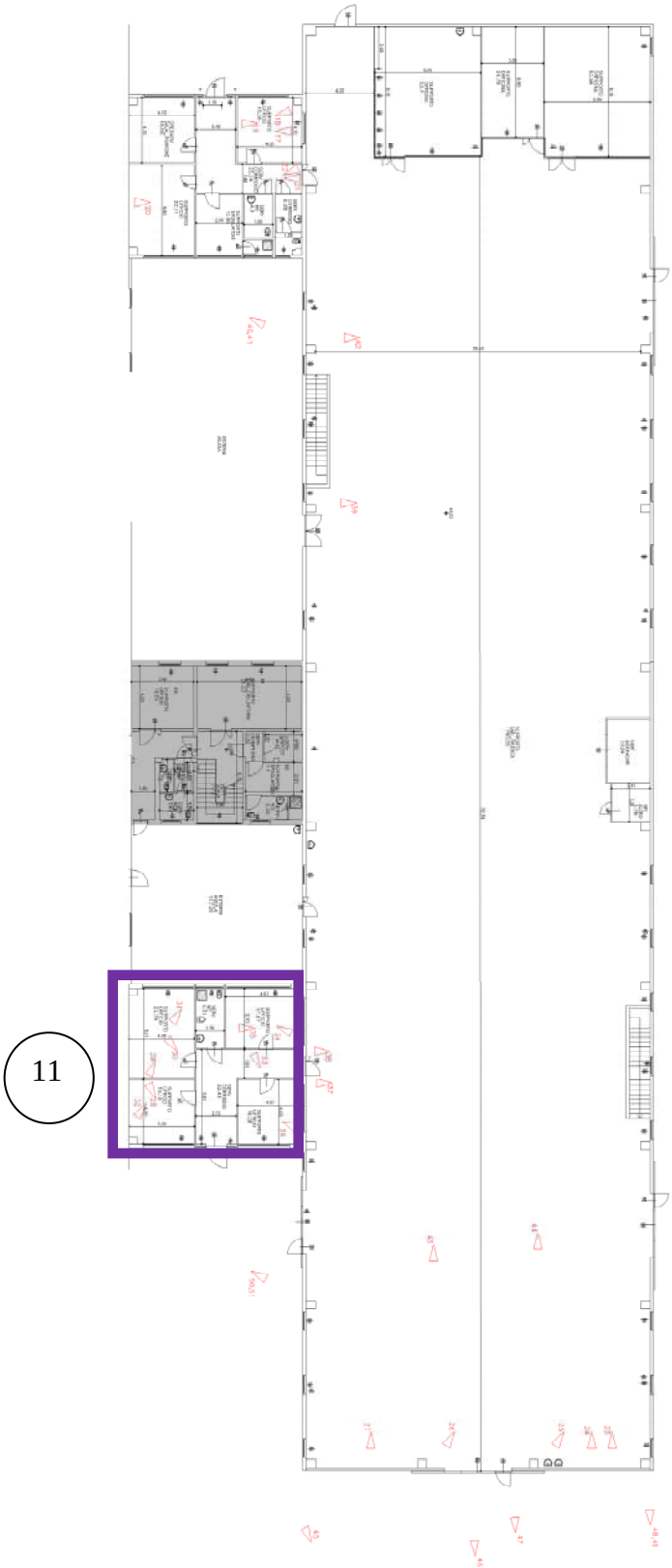


Figura 14: Piano Terra.

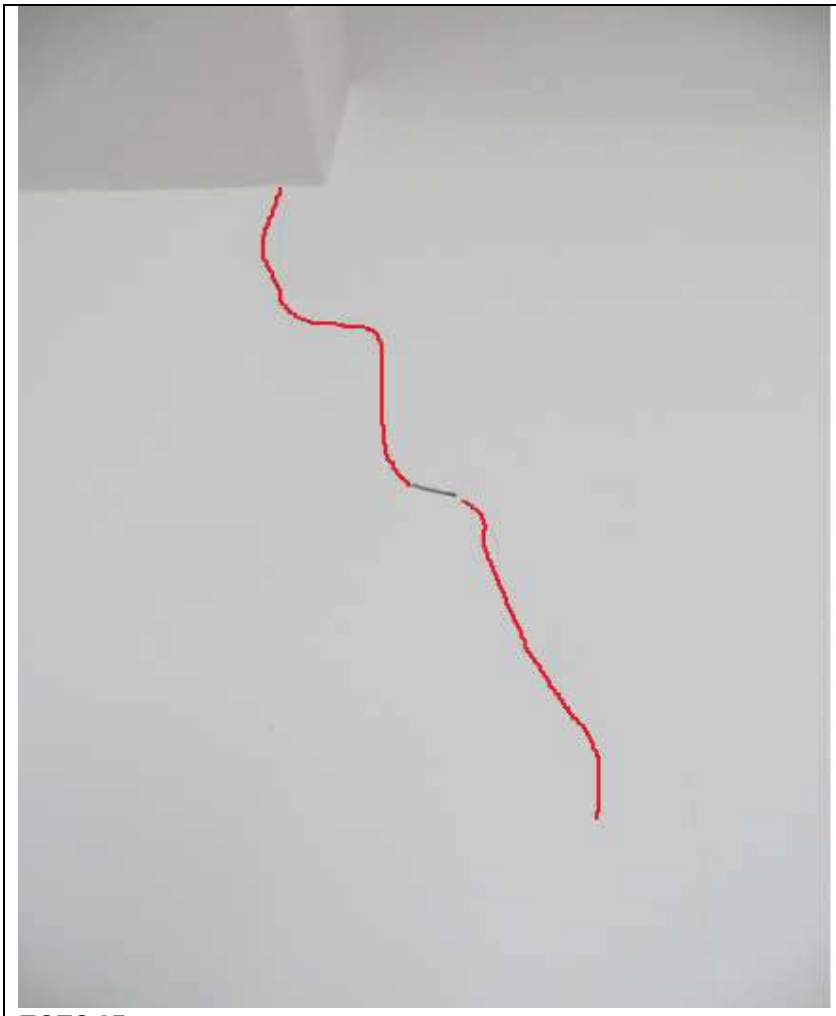


FOTO 37

CORPO 11

DANNI PANNELLI

FESSURA DIAGONALE PASSANTE DOVUTA ALLO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DELLA TRAVE E AL TAMPONAMENTO POCO CARICATO, CARATTERIZZATO DA UNA BASSA RESISTENZA A TAGLIO (CONTRIBUTO DATO SOLO DA f_{vk0})

VEDI ANCHE FOTO 29 DALL'ALTRO LATO DEL MURO

FOTO 38

CORPO 11

DANNI PANNELLI

FESSURA DIAGONALE PASSANTE DOVUTA ALLO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DELLA TRAVE E AL TAMPONAMENTO POCO CARICATO, CARATTERIZZATO DA UNA BASSA RESISTENZA A TAGLIO (CONTRIBUTO DATO SOLO DA f_{vk0})

VEDI ANCHE FOTO 28 DALL'ALTRO LATO DEL MURO

FOTO 39

CORPO 11

DANNI TEGOLI

SCORRIMENTO TRA I TEGOLI DELLA ZONA UFFICI : SI NOTA LO SPOSTAMENTO DELLE TESTE DEI TEGOLI IN CORRISPONDENZA DELL'APPOGGIO SULLE TRAVI, DOVUTO ALLA ROTAZIONE DELL'IMPALCATO DEFORMABILE.

Allontanamento dall'appoggio

FOTO 40

CORPO 11

DANNI TEGOLI

SCORRIMENTO TRA I TEGOLI DELLA ZONA MONOPIANO: SI NOTA LO SPOSTAMENTO DELLE TESTE DEI TEGOLI IN CORRISPONDENZA DELL'APPOGGIO SULLE TRAVI, DOVUTO ALLA ROTAZIONE DELL'IMPALCATO DEFORMABILE.

Allontanamento dall'appoggio

FOTO 41

CORPO 11

DANNI PANNELLI

DISTACCO DELLA TRAVE DAI PANNELLI DI CHIUSURA DEI CAPANNONI ADIACENTI DOVUTA AD UNA ROTAZIONE RIGIDA ORIZZONTALE DELLA TRAVE

FOTO 42

CORPO 11

DANNI PANNELLI

FESSURA ORIZZONTALE NEL PANNELLO DI TAMPONAMENTO, ALL'ALTEZZA DELLO SPIGOLO DELLA PORTA, AVVENUTA PER SUPERAMENTO DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA MURATURA (SCORRIMENTO).

TAMPONAMENTO POCO CARICATO, CARATTERIZZATO DA UNA BASSA RESISTENZA A TAGLIO (CONTRIBUTO DATO SOLO DA f_{vk0})

FOTO 43

CORPO 11

DANNI PANNELLI

DISTACCO DELLA TRAVE DAI PANNELLI DI CHIUSURA DEI CAPANNONI ADIACENTI DOVUTA AD UNA ROTAZIONE RIGIDA ORIZZONTALE DELLA TRAVE

Prosegue in FOTO 36

FOTO 44

CORPO 11

DANNI TEGOLI

FESSURA LUNGO LA SEZIONE DEI TEGOLI CHE INDICA L'AVVENIMENTO DI UNO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DI TALI ELEMENTI

FOTO 45

CORPO 11

DANNI PANNELLI

DISTACCO DELLA TRAVE DAI PANNELLI DI CHIUSURA DEI CAPANNONI ADIACENTI DOVUTA AD UNA ROTAZIONE RIGIDA ORIZZONTALE DELLA TRAVE

Prosegue da FOTO 34

PIANO TERRA – CORPO 9

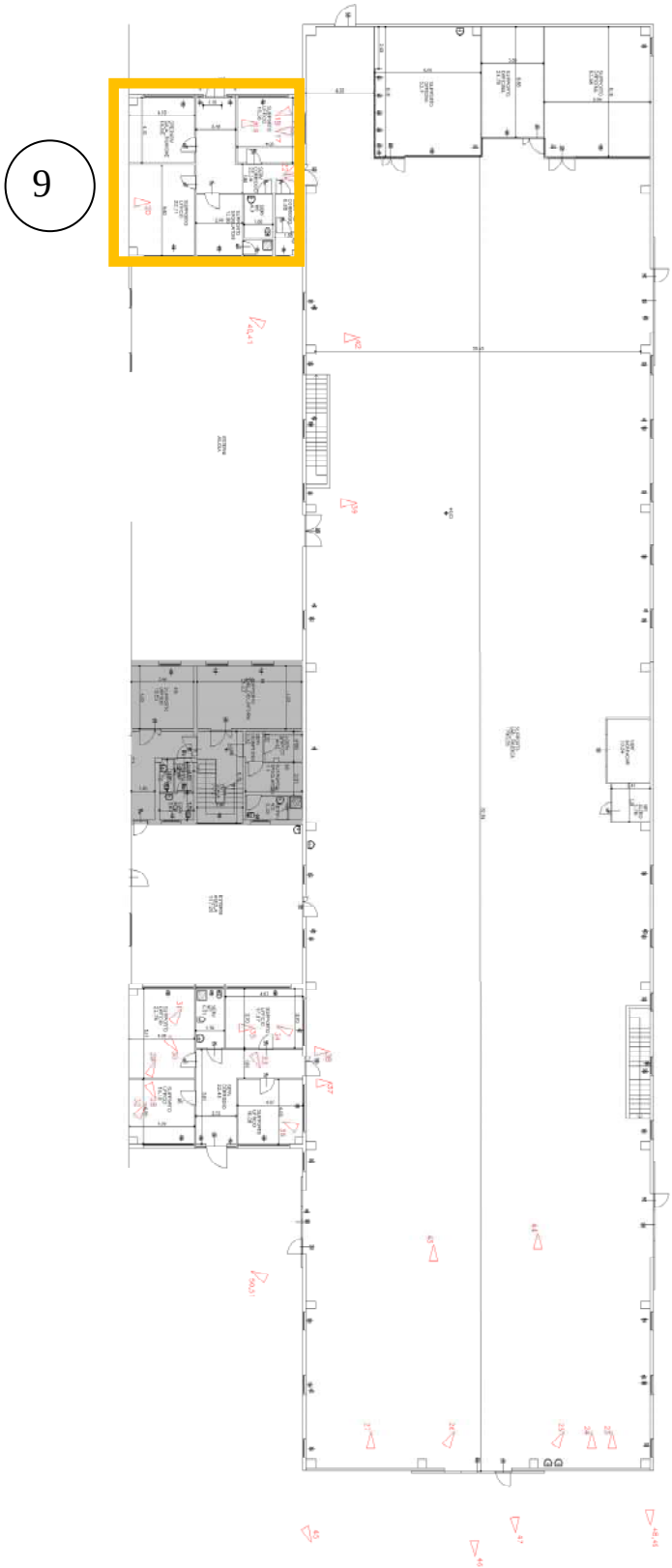


Figura 15: Piano Terra.

FOTO 46

CORPO 9

DANNI PANNELLI

FESSURA ORIZZONTALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA AL DI SOTTO DELLA TRAVE DI PERIMETRO

FOTO 47

CORPO 9

DANNI PANNELLI

FESSURA ORIZZONTALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA AL DI SOTTO DELLA TRAVE DI PERIMETRO

FOTO 48

CORPO 9

DANNI PANNELLI

FESSURA ORIZZONTALE LUNGO LA SEZIONE DI APPOGGIO DEI TEGOLI CHE INDICA L'AVVENIMENTO DI UNO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE DI TALI ELEMENTI

FOTO 49

CORPO 9

DANNI PANNELLI

FESSURA VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO CON ANDAMENTO IRREGOLARE

INDIVIDUATA ALLA MEZZERIA DI GETTO DI UN MODULO

FOTO 50

CORPO 9

DANNI PANNELLI

FESSURA ORIZZONTALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA AL DI SOTTO DELLA TRAVE DI PERIMETRO

VEDI PROSECUZIONE FESSURA FOTO N 17

FOTO 51

CORPO 9

DANNI PANNELLI

FESSURA PSEUDO-VERTICALE LUNGO IL MURO DI PERIMETRO

INDIVIDUATA ALLA SPALLA SINISTRA DELLA PORTA DI ACCESSO AGLI UFFICI