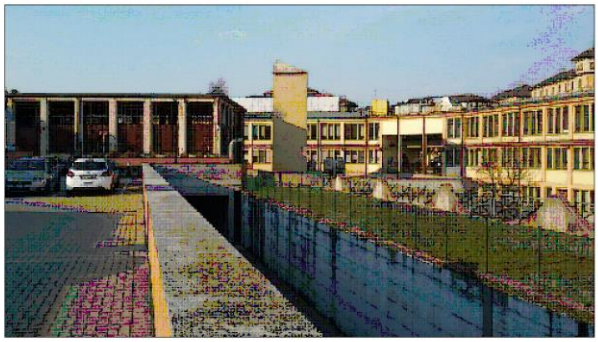
CITTA' DI TORINO

DIVISIONE SERVIZI TECNICI – COORDINAMENTO
SERVIZIO EDIFICI COMUNALI GESTIONE TECNICA

PROGETTO CO-CITY – UIA (URBAN INNOVATIVE ACTIONS)

MANUTENZIONE E MESSA IN SICUREZZA FABBRICATO VIA CUMIANA N°15



Gruppo di progettazione

progettista opere edili: arch. Roberta Bassi
progettista opere edili: ing. Walter Sclavo
progettista strutturale : ing. Ermanno Piretta
progettisti imp.idrisan–antinc: p.i. Mauro Raimondo
ing. Laura Idrame
progettista impianto elettrico: p.i. Pietro Lovecchio
collaboratore opere edili: geom. Stefano Mazzei

ORDINE degli INGEGNERI della PROV. di TORINO
Dott. Ing. Ermanno PIRETTA n. 4812

Responsabile del Procedimento
Dirigente Servizio Tecnico
ing. Eugenio Barbirato

Coord. sic. prog.:
ing. Rocco Pietrafesa
arch. Massimo Casassa

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE STRUTTURALI

NOME–FILE

SCALA
VARIE

REV	MODIFICHE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO
0	EMISSIONE	16/11/2018	STUDIO PIRETTA	
1				
2				
3				
4				

ELABORATO
S–RS

CITTA' DI TORINO

DIVISIONE SERVIZI TECNICI – COORDINAMENTO
SERVIZIO EDIFICI COMUNALI GESTIONE TECNICA

PROGETTO CO-CITY - UIA (URBAN INNOVATIVE ACTIONS)
MANUTENZIONE E MESSA IN SICUREZZA FABBRICATO VIA CUMIANA n° 15

RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE STRUTTURALI

00	16 novembre 2018	emissione	26	CMN_S-RS_00.doc
Rev.	**Data**	**Descrizione**	**Tot. Pag.**	**File**

1 PREMESSA 3
2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 4
3 LA STRUTTURA ESISTENTE 4
4 UBICAZIONE DELL'OPERA 8
5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA 8
6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 9
6.1 LA STRUTTURA ESISTENTE 9
6.1.2 Resistenza meccanica dell'acciaio 10
6.2 LE NUOVE STRUTTURE 13
7 DEFINIZIONE DEI CARICHI 13
7.1 PESI PROPRI STRUTTURALI 13
7.2 CARICHI PERMANENTI 14
7.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI 14
7.4 CARICO NEVE 16
7.5 AZIONE EOLICA 16
7.6 AZIONE SISMICA 17
8 METODI DI ANALISI E CODICI DI ELABORAZIONE 17
9 CRITERI DI CALCOLO 17
10 VERIFICHE / VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ RESISTENTE 17
10.1.1 VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA 17
6.1.1 Preferenze di analisi 18

VERIFICHE CONSUNTIVE 19
Verifiche consuntive pilastrate C.A. 19
Verifiche consuntive travate C.A. 19
Verifica edifici esistenti 20
Verifica di edificio esistente con fattore q 21
Accelerazioni e tempi di ritorno 21
ζEminimi delle condizioni sismiche 21
10.1.2 VERIFICA DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO (PILASTRI) 22
6.1.1 Preferenze di analisi 22

VERIFICHE CONSUNTIVE 23
Verifiche consuntive pilastrate C.A. 23
Verifiche consuntive travate C.A. 24
Verifiche consuntive plinti 25

VERIFICA EDIFICI ESISTENTI 25
Verifica di edificio esistente con fattore q 26
Accelerazioni e tempi di ritorno 26
ζEminimi delle condizioni sismiche 26

1 PREMESSA

La presente relazione descrive l'intervento strutturale nell'ambito del progetto di **MANUTENZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL FABBRICATO SITO IN VIA CUMIANA n° 15 – TORINO.**

Il progetto prevede la messa in sicurezza sismica del fabbricato e la costruzione di nuove strutture – principalmente una nuova rampa di accesso ed una nuova passerella di via d'esodo – funzionali ad un riutilizzo del fabbricato, dismesso da lungo tempo.

La struttura non è documentata, e – per quanto è stato possibile dedurre dalla documentazione reperita negli archivi – venne realizzata tra gli anni 1911-1920 all'interno dello stabilimento Lancia di Borgo San Paolo ed utilizzata come segheria e laboratorio di falegnameria.

Le nuove opere strutturali prevedono:

- la realizzazione degli interventi di adeguamento sismico sui pilastri al piano terra ed al piano primo (con interessamento dei solai di piano primo e copertura);
- la realizzazione degli interventi di rinforzo del solaio del piano primo e di innalzamento, con cordoli in c.a., dei parapetti in muratura dello stesso solaio;
- la realizzazione degli interventi di ristilatura dei giunti sui pilastri in muratura al piano terra ed al piano primo;
- la costruzione, sul lato est del fabbricato, di una nuova passerella in c.a. a costituire via di fuga, collegata al terrazzo esistente e con sbocco, mediante nuova scala metallica, sulla rampa di accesso al piano cortile;
- la costruzione, sul lato ovest del fabbricato, di una rampa di accesso pedonale al piano primo del fabbricato.

Immagine di archivio

Immagine di archivio

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **Legge 5 NOVEMBRE 1971, N. 1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- **D.M. 17 GENNAIO 2018:** Aggiornamento delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- **CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617:** Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3 LA STRUTTURA ESISTENTE

Come detto, la ricerca documentale ha permesso di ricavare solo alcune notizie generali, che hanno consentito di collocare il periodo di costruzione tra il 1911 ed il 1922.

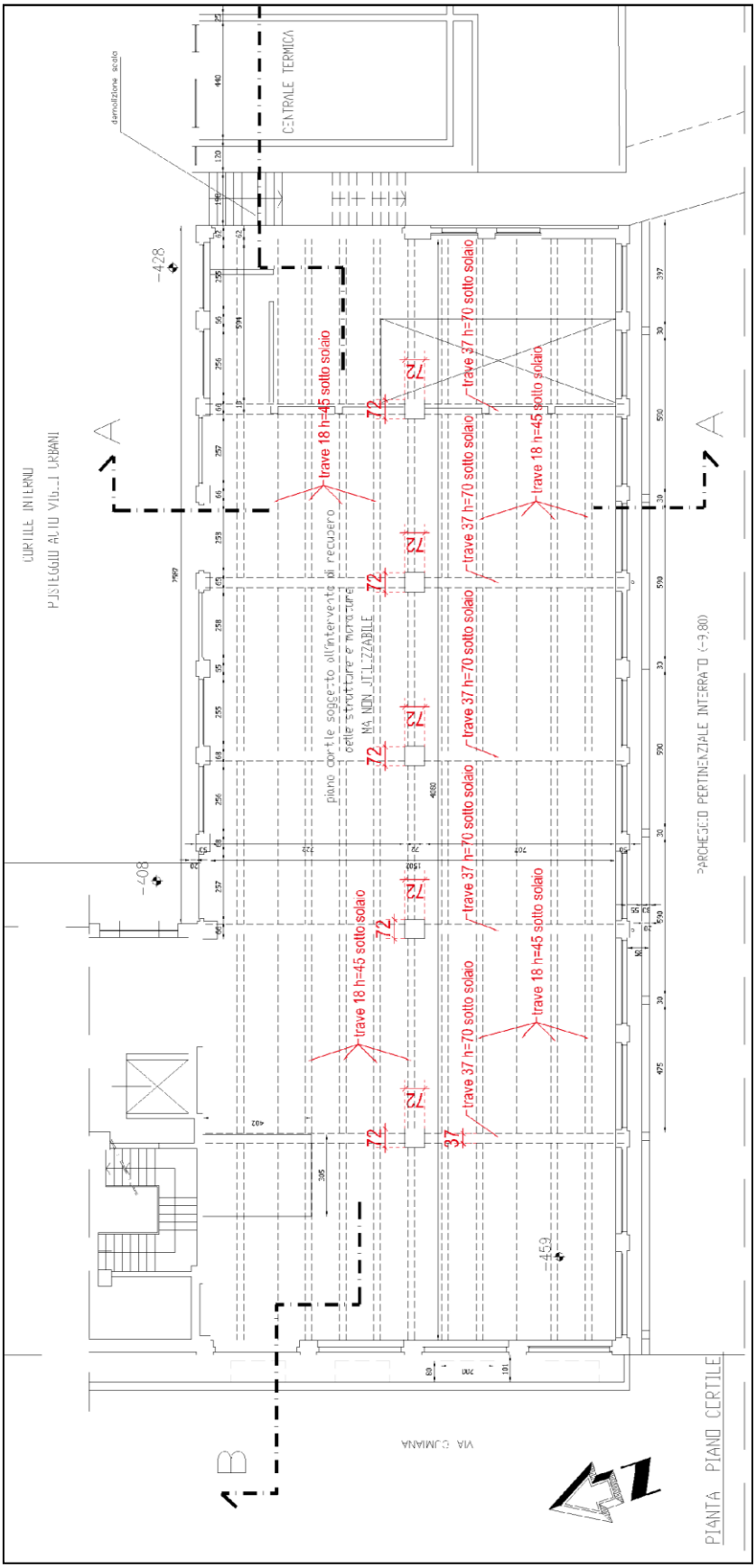
Non è stata reperita alcuna documentazione sul progetto strutturale originario.

Il fabbricato si eleva su due piani f. t. – considerato il livello terra quello del cortile interno - con struttura in.ca. intelaiata, con tipologia tipica dei fabbricati industriali dell'inizio secolo scorso.

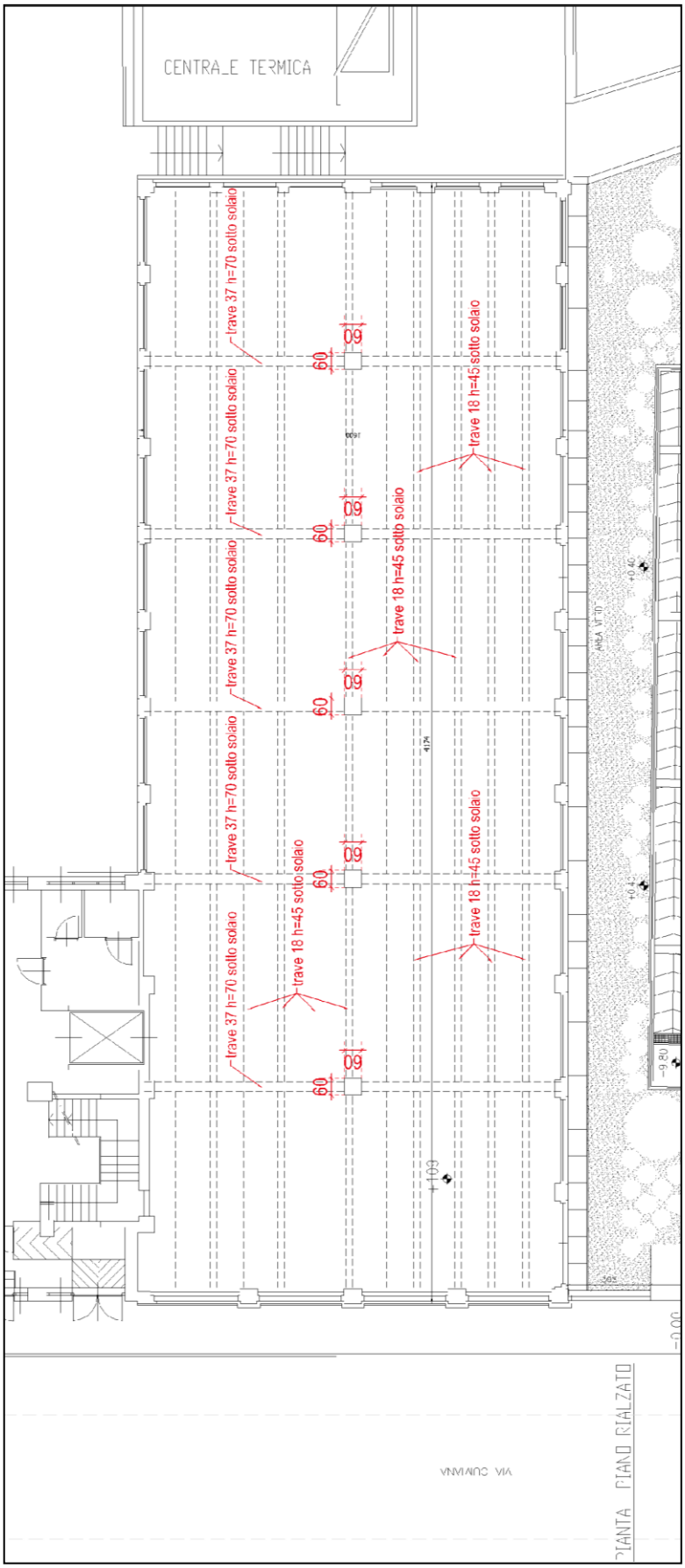
La struttura è costituita da 7 telai trasversali su doppia navata (interasse 7,80 m), con pilastri a interasse variabile tra 6,40-7,80 metri. I pilastri dell'allineamento centrale hanno dimensione 70*70 cm al piano terra e 60*60 cm al primo piano, quelli di bordo dimensioni 65*50 cm costanti sui due livelli. Le travi principali sono a sezione rettangolare con ribassamento 37*70 cm, raccordate ai pilastri con "code di rondine". Le travi secondarie sono a sezione rettangolare con ribassamento 18*45 cm, disposte a passo circa 130 cm. La soletta di impalcato è spessa circa 8 cm. Le fondazioni sono a plinti isolati, come rilevato a seguito dei sondaggi eseguiti.

Struttura al piano terra (piano cortile)

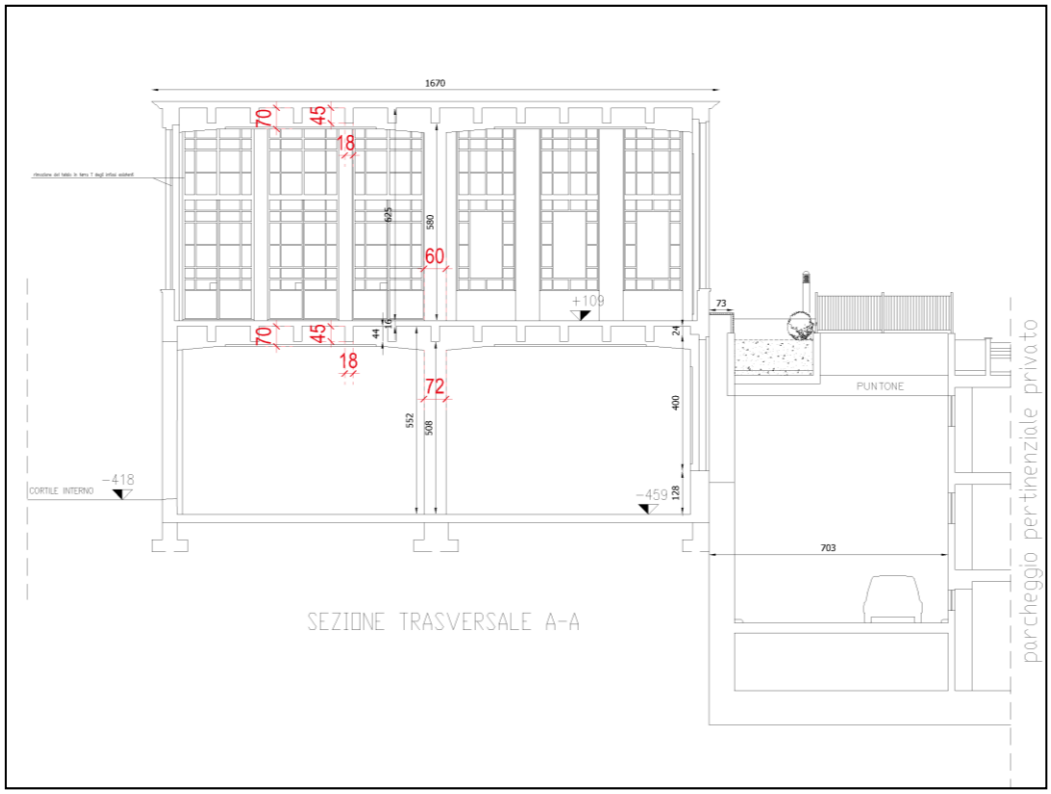
Struttura al piano rialzato



Struttura – carpenteria piano primo



Struttura – carpenteria piano copertura



Struttura - sezione

Per una completa lettura si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

4 UBICAZIONE DELL'OPERA

Torino
Coordinate geografiche.

- Latitudine — ED 50 45,0672° (45°4'2")
- Longitudine — ED 50 7,645° (7°38'42")

Quota sul livello del mare — 240 m
Zonizzazione

- Azione del vento — zona geografica 1
- Azione della neve — zona geografica I
- Azione sismica — zona 4

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Parametri adottati nelle analisi secondo norma di riferimento (D.M. 17/01/2018 – NTC2018):

In riferimento al par.2.4 (vita nominale – classe d'uso – periodo di riferimento):

-*- nella verifica di vulnerabilità sismica:

- opera ordinaria — V_N = 50 anni
- classe d'uso II — c_u = 1,0
- periodo di riferimento — V_R = 50 anni

-*- nella verifica dell'intervento di adeguamento:

- opera ordinaria — V_N = 50 anni

- classe d'uso III — c_u = 1,5
- periodo di riferimento — V_R = 75 anni

In riferimento al par.3.2 (azione sismica):

- categoria suolo — B
- categoria topografica — T1
- amplificazione topografica — S_T = 1
- zona sismica — 4

In riferimento ai par.7.1 (requisiti nei confronti degli stati limite), 7.2 (criteri generali di progettazione e modellazione), 7.3 (metodi di analisi e criteri di verifica) e 7.4 (costruzioni di calcestruzzo):

- classe di duttilità — B
- regolarità in pianta — si
- regolarità in elevazione — si
- tipo di struttura — struttura a telaio
- fattore di struttura — q_0 =1.5/2.25
- analisi — lineare dinamica

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

6.1 LA STRUTTURA ESISTENTE

Per il rilievo geometrico degli elementi strutturali e la caratterizzazione dei materiali stata condotta una campagna di indagine (carotaggi, ultrasuoni, prove sclerometriche e prelievi di armatura) su un numero campione di pilastri, travi e solette, tarata con l'obiettivo di raggiungere, anche senza la disponibilità degli elaborati di progetto originali, un livello di conoscenza intermedio (LC2 – rif. tabella C8A.1.2 Circolare n. 617/2009), a cui è correlato un valore del fattore di confidenza (FC) pari a 1.20.

Il numero dei punti oggetto di indagine e la loro localizzazione sono stati individuati con l'obiettivo di ottenere una adeguata distribuzione statistica dei risultati, tenendo in conto sia la evidente caratteristica di ripetibilità dello schema strutturale sia la possibilità di sostituire alcune prove distruttive (carotaggi) con un più ampio numero di prove non distruttive.

Relativamente alla valutazione della resistenza meccanica dei calcestruzzi sono state eseguite:

carotaggi e prove compressione	n. 8
prove carbonatazione	n. 8
prove sonreb (sclerometro - ultrasuoni)	n. 16 + (4*)
indagini magnetoscopiche per ricerca armature	n. 32
sondaggi diretti per ricerca armature	n. 17 + (7*)

(*) prove addizionali di verifica/riscontro

Relativamente alla valutazione delle caratteristiche meccaniche degli acciai, sono stati prelevati n.3 spezzoni di diverso diametro (diam. 8mm, 12 mm, 22mm).

Sono inoltre state eseguite due prove di carico sui solai (piano primo e piano copertura).

Per il dettaglio delle indagini e dei rilievi si veda il documento *ALL 1 – Indagini strutturali a supporto della progettazione*.

6.1.1 Resistenza meccanica del calcestruzzo

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono state valutate mediante prove dirette (prelievo di campioni e prova indirette non distruttive (prove Sonreb – sclerometro ed ultrasuoni), secondo la seguente procedura:

- valori di resistenza ottenuti sulle carote sono stati “tarati” introducendo un fattore di disturbo, in accordo alle Linee Guida per la Valutazione delle Caratteristiche del Calcestruzzo in Opera del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (settembre 2017). I valori così determinati, ottenuti da carote con rapporto h/d=1, costituiscono le resistenze cubiche Rc,is utilizzate per la taratura dei responsi ottenuti dalle prove Sonreb.
- i parametri misurati dalle indagini sclerometriche ed ultrasoniche (indice di rimbalzo e velocità di propagazione) sono stati messi in correlazione con la resistenza a compressione del calcestruzzo utilizzando curve di letteratura, nelle formulazioni Rilem e Gasparik, mediandone i risultati ad ottenere il valore RS di resistenza cubica Sonreb;
- per il calcolo della resistenza meccanica del calcestruzzo è stato adottato il “metodo del coefficiente di influenza globale” proposto da R. Giachetti; tale protocollo prevede di “pesare” i risultati delle prove indirette rispetto ai corrispondenti risultati delle prove dirette introducendo un coefficiente di influenza definito come φ = Rc,is / RS , mediato a definire un coefficiente di influenza globale con cui moltiplicare il valore RS delle prove Sonreb a cui non corrispondono prove dirette.

Si riportano a seguire le tabelle riassuntive, con i dati ricavati dalle prove ed il calcolo della resistenza meccanica del calcestruzzo in opera, svolto così come descritto.

Il valore di resistenza adottato nelle verifiche è C16/20.

6.1.2 Resistenza meccanica dell’acciaio

Per l’acciaio, visti i risultati ottenuti dalle prove di trazione e considerato che il diam.8mm è relativo alle armature delle solette, di è utilizzato un valore di tensione di snervamento fyk = 3200 N/mm^2.

6.1.3 Prove di carico

Sono state eseguite due prove di carico per verificare il comportamento dei solai di piano primo e di copertura al massimo carico previsto.

Per ambo le prove è stato utilizzato un serbatoio d’acqua di dimensioni 6.0*3.0 metri, misurando il quantitativo d’acqua immesso con un contalitri.

Le deformate sono state misurate con n.6 trasduttori, posizionati all’intradosso solaio, collegati ad una centralina elettronica di acquisizione dati interfacciata con un p.c.

Per il dettaglio delle prove si veda il documento *ALL 1 – Indagini strutturali a supporto della progettazione*.

Il solaio di primo piano è stato caricato con complessivi 700 daN/m2, con un ciclo di carico suddiviso in vari step.

L’esito della prova è stato soddisfacente, con freccia permanete contenuta nel 1/3 di quella totale. È ragionevole ritenere che successive applicazioni del carico avrebbero portato a minori percentuali di freccia residua.

Verifica vulnerabilità sismica stabile in via Cumiana 15 - Torino

Tabella 1 — DATI CAMPIONAMENTI - PROVE DI COMPRESSIONE

Numero	Piano	Elemento	Codice elemento	Data prelievo	Contrassegno provino	dimensioni provino		Rapporto H/Ø	Massa Volumica (kg/m³	f car. (N/mm²)	Data prova	Presenza armatura	Note
						Diametro	Altezza						
1	terreno	Pilastro	C1	27/07/18	C1 PIL PT	94,00	94,00	1,00	2.360	12,30	14/09/18	NO	(1)
2	terreno	Pilastro	C2	27/07/18	C2 PIL PT	94,00	95,00	1,01	2.340	16,00	14/09/18	NO	(1)
3	terreno	Trave secondaria	C3	27/07/18	C3 TR PR PT	94,00	79,00	0,84	2.455	40,20	14/09/18	NO	(1)
4	terreno	Trave principale	C4	27/07/18	C4 TR SEC PT	94,00	95,00	1,01	2.458	27,80	14/09/18	NO	(1)
5	primo	Pilastro	C5	27/07/18	C5 PIL P1	94,00	95,00	1,01	2.285	13,10	14/09/18	NO	(1)
6	primo	Pilastro	C6	27/07/18	C6 PIL P1	94,00	95,00	1,01	2.354	16,20	14/09/18	NO	(1)
7	primo	Trave principale	C7	03/08/18	C7 TRAVE PRINC. P1	94,00	92,00	0,98	2.285	37,50	14/09/18	NO	(1)
8	primo	Trave secondaria	C8	03/08/18	C8 TRAVE SEC. P1	94,00	94,00	1,00	2.245	19,40	14/09/18	NO	(1)

Note:

(1) **tipo di rottura soddisfacente**

Verifica vulnerabilità sismica stabile in via Cumiana 15 - Torino

Tabella 2	Tabella 2		CALCOLO RESISTENZE							
Numero	**Piano**	**Elemento**	**Codice elemento**	**f car. (N/mm²)**	**f d (N/mm²)**	**Rc, is (N/mm²)**	**RS Resistenza Sonreb (N/mm²)**	**Øi**	**RS tar. (N/mm²)**	**Rc elemento (N/mm²)**
1	terreno	Pilastro	C1/S01	12,30	1,0977	13,50	20,75	0,65	14,68	13,50
2	terreno	Pilastro	C2/S02	16,00	1,097	17,55	17,25	1,02	12,20	17,55
3	terreno	Trave secondaria	C3/S03	27,80	1,0688	29,71	21,65	1,37	15,32	29,71
4	terreno	Trave principale	C4/S04	40,20	1	40,20	12,35	3,26	8,74	40,20
5	primo	Pilastro	C5/S05	13,10	1,0969	14,37	6,75	2,13	4,78	14,37
6	primo	Pilastro	C6/S06	16,20	1,0969	17,77	14,1	1,26	9,98	17,77
7	primo	Trave principale	C7/S07	37,50	1,02	38,25	34,2	1,12	24,19	38,25
8	primo	Trave secondaria	C8/S08	19,40	1,0906	21,16	41	0,52	29,01	21,16
9	terreno	Trave principale	S09			-	12,15	-	8,60	8,60
10	terreno	Trave secondaria	S10			-	25,4	-	17,97	17,97
11	terreno	Trave inferiore portale	S11			-	18,3	-	12,95	12,95
12	terreno	Pilastro portale	S12			-	34,95	-	24,73	24,73
13	terreno	Pilastro	S13			-	32,8	-	23,20	23,20
14	terreno	Pilastro	S14			-	25,05	-	17,72	17,72
15	primo	Pilastro	S15			-	26,95	-	19,07	19,07
16	primo	Pilastro	S16			-	15,9	-	11,25	11,25
							Øi media =	**0,71**	**RS tar. Media =**	**20,50**

LEGENDA:

f car :	Tensione Rottura Carota	**Øi media:**	Coefficiente i influenza globale
F d :	Coefficiente di Disturbo	**RS tar :**	Resistenza Sonreb Media (curva di bibliografia) tarata su prove dirette
Rc, is :	tensione di Rottura Cubica In Sito	**Rc elemento :**	Tensione di Rottura Cubica elemento da utilizzare nel calcolo
RS :	Resistenza Sonreb Media (curva di bibliografia)		

6.2 LE NUOVE STRUTTURE

Come indicato negli elaborati strutturali:

6.2.1 Calcestruzzo

Struttura	Classe resistenza	Classe esposizione	Dim max. aggregati [mm]	Classe consistenza	Rapporto A/C max.	Tenore min. cemento [kg/m^3]
Sottofondazioni						
Fondazioni						
Setti/pilastri	C25/30	XC3	20	S4	0.60	320
Rampe	C25/30	XC3	20	S4	0.60	320
Travi/solette	C25/30	XC3	20	S4	0.60	320
Getti integrativi	LC25/28	XC1	20	XC4	0.60	300

6.2.2 Acciaio per cemento armato

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento e saldabile
$f_{y,nom}$= 450 N/mm^2 $f_{t,nom}$ = 540 N/mm^2

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\,nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\,nom}$	5.0
$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_t / f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: Ø<12mm 12≤ Ø ≤16mm 16≤ Ø ≤25mm 25≤ Ø ≤40mm	 4Ø 5Ø 8Ø 10Ø	

6.2.3 Acciaio per carpenteria

Acciaio S275JR
Bulloni classe 8.8
Dadi classe 8
Classe di esecuzione EXC2

7 DEFINIZIONE DEI CARICHI

7.1 PESI PROPRI STRUTTURALI

Tenuti presenti i pesi dei materiali da costruzione, del terreno (come da Relazione Geologica di progetto) e degli elementi costruttivi (tabella 3.1.I del citato D.M.) sono stati considerati i seguenti pesi propri strutturali:

TIPOLOGIA	G_1 (kN/m^3)
Peso proprio terreno	20,00
Peso proprio calcestruzzo	24,00
Peso proprio C.A.	25,00
Peso proprio acciaio	78,50

7.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI

Analizzati i carichi correlati alle diverse stratigrafie a progetto, sono stati assunti i seguenti carichi permanenti:

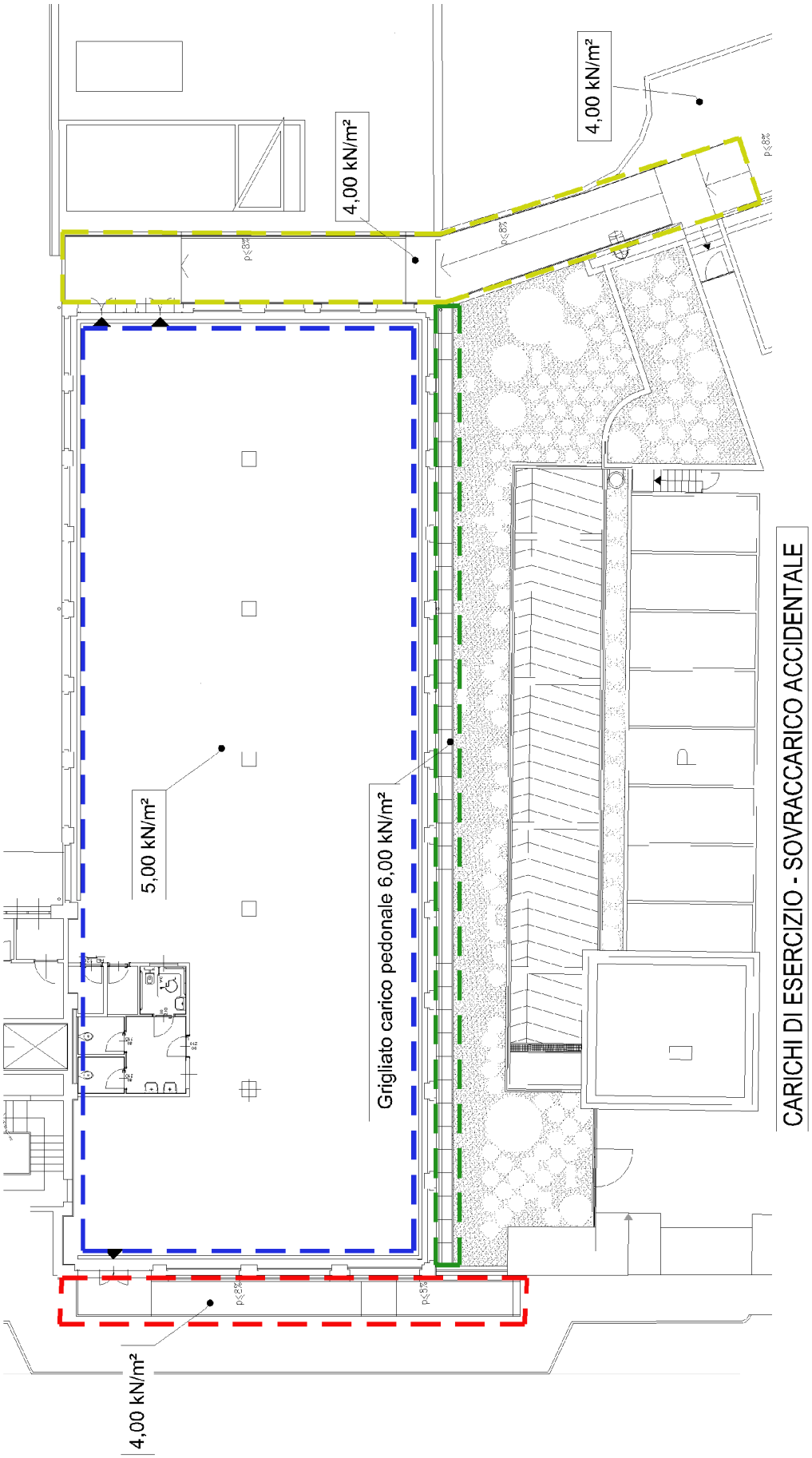
TIPO DI LOCALE	G_1 (kN/m^3)	G_2 (kN/m^2)	g_2 (kN/m)
Solaio piano primo		1.50	
Rampa di accesso		1,50	
Passerella e terrazzo box		1,50	
Copertura		1,50	

7.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

Quali sovraccarichi variabili, comprensivi degli effetti dinamici ordinari, sono stati adottati, ai sensi della tabella 3.1.II del citato D.M., i valori seguenti per i carichi:

CATEGORIA	TIPO DI LOCALE	Verticali ripartiti (q_k kN/m^2)
C3	Ambienti suscettibili di affollamento (solaio piano primo)	5,00
C	Rampa di accesso)	4,00
C	Passerella e terrazzo box.	4,00
H	Copertura (neve	1,50

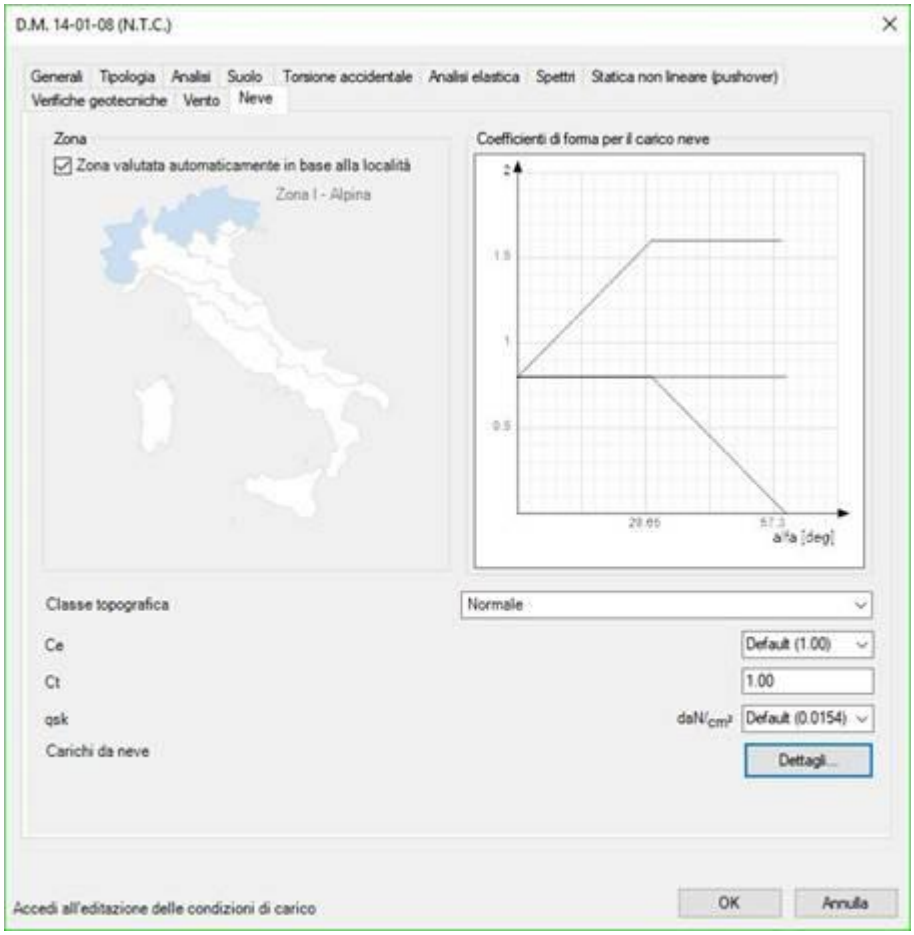
A seguire è riportata una pianta riepilogativa dei carichi di esercizio (sovraccarichi accidentali) per le diverse strutture, comprendendo anche il grigliato di copertura dell'intercapedine edifico/adiacente autorimessa, di facile accesso.


4,00 kN/m²
4,00 kN/m²
5,00 kN/m²
Grigliato carico pedonale 6,00 kN/m²
4,00 kN/m²
CARICHI DI ESERCIZIO - SOVRACCARICO ACCIDENTALE

7.4 CARICO NEVE

Il carico neve è stato calcolato secondo quanto indicato dalla norma di riferimento (D.M. 17/01/2018 – NTC2018).

Zona	Zona 1 alpina
Classe topografica	Normale
C e	1
C t	1
qsk	1.54 kN/m^2



Il carico neve su coperture aventi inclinazione ≤ 30° può essere considerato uniformemente distribuito con un valore ridotto del coefficiente 0.80. Considerando che le coperture sono piane, cautelativamente la riduzione non è stata applicata.

7.5 AZIONE EOLICA

L'azione del vento è stata calcolata secondo quanto indicato dalla norma di riferimento (D.M. 14/01/2008 – NTC2008).

Zona	Zona 1
Rugosità	A
Categoria esposizione	V
Vbt	25 m/s
qb	0.39 kN/m^2

7.6 AZIONE SISMICA

Ai fini sismici il manufatto esistente si configura come un edificio in cemento armato con tipologia (par. 7.4.3 delle NTC2018) strutture a telaio, in classe di duttilità B.

L'analisi è stata condotta con il metodo dell'analisi lineare dinamica (par. 7.3.3.1 delle NTC2018)

I dati fondamentali di analisi e gli spettri elastici e di progetto sono riportati nel paragrafo *6- Dati di definizione* delle Relazioni di Calcolo.

8 METODI DI ANALISI E CODICI DI ELABORAZIONE

Le sollecitazioni sono determinate con analisi lineare dinamica.

Per la modellazione delle strutture è stato utilizzato il codice di calcolo

Denominazione del software: Sismicad 12.12
Produttore del software: Concrete
Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy
Versione: 12.12
Identificatore licenza: SW-65983

Si tratta di un programma di elaborazione automatica di provata affidabilità. Il software impiegato nell'analisi è fornito di esauriente documentazione sull'inquadramento teorico e sull'impostazione generale degli algoritmi impiegati, ed è accompagnato da casi prova che hanno consentito di effettuare controlli sull'affidabilità del codice.

9 CRITERI DI CALCOLO

I calcoli e le verifiche strutturali sono condotti con il criterio semiprobabilistico allo stato limite di vita (SLV) / di danno (SLD) e agli stati limiti ultimi (SLU) / di esercizio (SLE).

- Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
  - $\gamma_{G1}*G_1 + \gamma_{G2}*G_2 + \gamma_{Q2}*Q_{k1} + \Sigma\gamma_{Qi}*\psi_{0i}*Q_{k2}$
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:
  - $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Sigma\psi_{0i}*Q_{ki}$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
  - $G_1 + G_2 + \psi_{11}*Q_{k1} + \Sigma\psi_{2i}*Q_{ki}$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
  - $G_1 + G_2 + \Sigma\psi_{2i}*Q_{ki}$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:
  - $E+G_1 + G_2 + \Sigma\psi_{2i}*Q_{ki}$

10 VERIFICHE / VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ RESISTENTE

10.1.1 VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA

Si riporta a seguire un estratto della Relazione di calcolo S-RC1, paragrafo *6.1 – Preferenze commessa*, in cui sono riportati i dati generali di input utilizzati.

6.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	II	
Vr	50	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Località	Torino, Grugliasco, Lesna; Latitudine ED50 45,0672° (45° 4' 2''); Longitudine ED50 7,645° (7° 38' 42''); Altitudine s.l.m. 257,39 m.	
Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°	
Ss orizzontale SLD	1.2	
Tb orizzontale SLD	0.099	[s]
Tc orizzontale SLD	0.298	[s]
Td orizzontale SLD	1.719	[s]
Ss orizzontale SLV	1.2	
Tb orizzontale SLV	0.129	[s]
Tc orizzontale SLV	0.386	[s]
Td orizzontale SLV	1.83	[s]
St	1	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	50	
Ag/g SLD	0.0298	
Fo SLD	2.581	
Tc* SLD	0.196	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.0576	
Fo SLV	2.757	
Tc* SLV	0.27	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	-533	[cm]
Regolarità in pianta	Si	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio C.A.	Si	
Tipologia C.A.	Strutture a telaio q0=3.0*αu/α1	
αu/α1 C.A.	Strutture a telaio con più piani e più campate αu/α1=1.3	
Edificio esistente	Si	
T1,x	0.87962	[s]
T1,y	0.64155	[s]
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	0.85	
Numero modi	33	
Metodo di Ritz	applicato	
Limite spostamenti interpiano	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.25	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.25	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3	
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7	
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15	

I carichi utilizzati per la verifica di vulnerabilità sono come sotto riportati

Carichi permanenti portati

TIPO DI LOCALE	G_1 (kN/m^3)	G_2 (kN/m^2)	g_2 (kN/m)
Solaio piano primo		0,50	
Copertura		0,80	

Sovraccarichi accidentali

TIPO DI LOCALE	G_1 (kN/m^3)	G_2 (kN/m^2)	g_2 (kN/m)
Solaio piano primo		3,50	
Copertura		1,50	

In riferimento al par.2.4 (vita nominale – classe d'uso – periodo di riferimento) per la verifica di vulnerabilità sismica si è considerato:

- opera ordinaria V_N = 50 anni
- classe d'uso II c_u = 1,0
- periodo di riferimento V_R = 50 anni

Si riportano le verifiche consuntive, da cui risulta come i valori minimi del parametro ζE (rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo) siano minori di 1, e la verifica di vulnerabilità sia pertanto negativa.

Verifiche consuntive

Verifiche consuntive pilastrate C.A.

***Verifica**: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.*
***Sicurezza minima**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a flessione**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a taglio**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Nodo pilastri**: Visualizza il coefficiente di sicurezza per la verifica dei nodi. Il valore è adimensionale.*

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Nodo pilastri
Pilastrata 7	3.461	3.461	8.109	
Pilastrata 17	0.903	1.932	0.903	1.766
Pilastrata 22	0.921	2.329	0.921	1.639
Pilastrata 27	0.887	2.484	0.887	1.7
Pilastrata 32	0.81	2.425	0.81	1.7
Pilastrata 37	0.736	2.133	0.736	1.777
Pilastrata 49	3.861	3.861	6.3	
Pilastrata 16	0.77	0.77	1.328	1.731
Pilastrata 14	1.158	1.158	1.741	1.18
Pilastrata 20	1.294	1.394	1.785	1.294
Pilastrata 1	1.004	1.004	2.898	1.406
Pilastrata 13	0.992	0.992	1.825	1.469
Pilastrata 53	1.141	1.141	3.198	1.493
Pilastrata 45	1.144	1.144	3.193	1.416
Pilastrata 18	0.732	0.732	1.172	1.226
Pilastrata 23	0.934	0.934	1.294	1.407
Pilastrata 21	0.936	0.936	1.455	3.093
Pilastrata 28	0.925	0.925	1.455	1.506
Pilastrata 26	0.967	0.967	1.482	3.152
Pilastrata 33	0.888	0.888	1.383	1.476
Pilastrata 38	0.737	0.737	1.246	1.173
Pilastrata 31	0.911	0.911	1.403	2.971
Pilastrata 36	0.765	0.765	1.27	2.61

Verifiche consuntive travate C.A.

***Verifica**: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.*
***Sicurezza minima**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a flessione**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a taglio**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*

***Verifica di portanza**: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.*
***Verifica di scorrimento**: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.*

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento
Trave a "Piano 1 +1.01" 6-48	1.238	1.316	1.238		
Trave a "Copertura +7.45" 1-13	1.347	1.381	1.347		
Trave a "Copertura +7.45" 45-53	1.523	1.523	1.531		
Trave a "Piano 1 +1.01" 31-33	1.111	1.32	1.111		
Trave a "Piano 1 +1.01" 13-53	1.557	1.933	1.557		
Trave a "Piano 1 +1.01" 1-45	1.587	1.587	1.887		
Trave a "Copertura +7.45" 13-53	1.251	1.251	1.667		
Trave a "Copertura +7.45" 1-45	1.283	1.283	1.72		
Trave a "Portale -0.60" (36; 1602)-23	1.203	1.535	1.203		
Trave a "Piano 1 +1.01" 16-18	1.022	1.112	1.022		
Trave a "Piano 1 +1.01" 21-23	1.026	1.313	1.026		
Trave a "Piano 1 +1.01" 26-28	1.096	1.373	1.096		
Trave a "Piano 1 +1.01" 36-38	1.028	1.167	1.028		
Trave a "Piano 1 +1.01" 5-42	1.151	1.223	1.151		
Trave a "Piano 1 +1.01" 4-47	1.155	1.226	1.155		
Trave a "Piano 1 +1.01" 3-41	1.199	1.286	1.199		
Trave a "Piano 1 +1.01" 2-46	1.145	1.145	1.165		
Trave a "Piano 1 +1.01" 12-52	1.153	1.173	1.153		
Trave a "Piano 1 +1.01" 11-44	1.244	1.281	1.244		
Trave a "Piano 1 +1.01" 10-51	1.186	1.231	1.186		
Trave a "Piano 1 +1.01" 9-43	1.197	1.227	1.197		
Trave a "Piano 1 +1.01" 8-50	1.246	1.315	1.246		
Trave a "Piano 1 +1.01" 7-49	1.017	1.112	1.017		
Trave a "Copertura +7.45" 31-33	1.35	1.803	1.35		
Trave a "Copertura +7.45" 16-18	1.027	1.348	1.027		
Trave a "Copertura +7.45" 21-23	1.242	1.653	1.242		
Trave a "Copertura +7.45" 26-28	1.335	1.791	1.335		
Trave a "Copertura +7.45" 36-38	1.172	1.587	1.172		
Trave a "Copertura +7.45" 6-48	1.34	1.57	1.34		
Trave a "Copertura +7.45" 5-42	1.263	1.428	1.263		
Trave a "Copertura +7.45" 4-47	1.269	1.434	1.269		
Trave a "Copertura +7.45" 3-41	1.32	1.506	1.32		
Trave a "Copertura +7.45" 2-46	1.279	1.369	1.279		
Trave a "Copertura +7.45" 12-52	1.219	1.316	1.219		
Trave a "Copertura +7.45" 11-44	1.343	1.498	1.343		
Trave a "Copertura +7.45" 10-51	1.3	1.444	1.3		
Trave a "Copertura +7.45" 9-43	1.302	1.44	1.302		
Trave a "Copertura +7.45" 8-50	1.37	1.578	1.37		
Trave a "Copertura +7.45" 7-49	1.063	1.113	1.063		
Sguinci P17	1.458	1.458	1.736		
Sguinci P22	1.399	1.399	1.923		
Sguinci P27	1.453	1.453	1.976		
Sguinci P32	1.419	1.419	1.935		
Sguinci P37	1.605	1.605	1.7		
Trave a "Piano 1 +1.01" 1-13	1.295	1.356	1.295		
Trave a "Piano 1 +1.01" 45-53	1.307	1.361	1.307		
Sguinci P17 sup	1.771	1.771	1.997		
Sguinci P22 sup	1.703	1.703	2.357		
Sguinci P27 sup	1.83	1.83	2.427		
Sguinci P32 sup	1.817	1.817	2.311		
Sguinci P37sup	1.928	2.012	1.928		

Verifica edifici esistenti

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: (C.A.) tipologia di verifica analizzata*
***ζE**: rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*
***Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo*
***Quota**: quota del nodo [cm]*
***Ag**: area della sezione trasversale del pilastro [cm²]*
***Angolo Trave**: angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]*
***Compressione**: dati della verifica della tensione di compressione del nodo*
***Vnc**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Nc**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Snc**: tensione di compressione agente [daN/cm²]*

***Snc,lim**: tensione di compressione limite [daN/cm²]*
***Comb. c**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione*
***Trazione**: dati della verifica della tensione di trazione del nodo*
***Vnt**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Nt**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Snt**: tensione di trazione agente [daN/cm²]*
***Snt,lim**: tensione di trazione limite [daN/cm²]*
***Comb. t**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione*
***TR,C**: periodo di ritorno di capacità*
***TR,Rif**: periodo di ritorno di riferimento*
***PAM**: perdita media annua attesa*
***Classe PAM**: classe di rischio PAM*
***IS-V**: indice di sicurezza*
***Classe IS-V**: classe di rischio IS-V*
***Tipo rottura**: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati*
***Segnalazioni**: eventuali segnalazioni*
***λ,SLR**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Ricostruzione*
***λ,SLC**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Collasso*
***λ,SLV**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di salvaguardia della Vita*
***λ,SLD**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Danno*
***λ,SLO**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Operatività*
***λ,SLID**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Inizio Danno*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.069
Accelerazione di aggancio SLD (ag/g_SLD*S*ST) PGA,SLDrif = 0.036
Tr,SLVrif = 475 anni
Tr,SLDrif = 50 anni

ζEminimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

ζE: 0.73
Pilastrata 37
Valori azioni gravitazionali N= -84073.6 Tx= 251.5 Ty= 739.7
Valori azioni sismiche N= 788.3 Tx= -385.9 Ty= 23264.9
Tagli ultimi Tx= 23992.8 Ty= 23992.8
Combinazione SLV 9
Sezione a quota 25.1
Tempo di ritorno 203 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.706
PGA 0.055
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.802

Rottura a flessione

ζE: 0.416
Pilastrata 18
Valori azioni gravitazionali N= -22818.3 Mx= -950966.2 My= 23566
Valori azioni sismiche N= -426.8 Mx= -161246.1 My= 35654.9
Momenti ultimi Mx= -1112162.6 My= 59218.2
Combinazione SLV 13
Sezione a quota 160.6
Tempo di ritorno 60 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.428
PGA 0.038
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.551

Rottura di un nodo

ζE: 1.242
Pilastrata 14
Combinazione SLV 1
Sezione a quota 74.5
Tempo di ritorno 889 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.293
PGA 0.081
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.165

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

ζE: 4.352
Combinazione SLD 25

tra Nodo 531 e Nodo 2305
Tempo di ritorno 2474 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLDrif)^.41 = 4.951
PGA 0.101
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLDrif = 2.834

Raggiungimento della pressione massima al suolo

ζE: 1.38
Combinazione SLV fondazioni 3
Nodo 502 di coordinate 717,5;1653,0;-550,5
Tempo di ritorno 1298 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.51
PGA 0.088
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.271

10.1.2 VERIFICA DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO (PILASTRI)

Si riporta a seguire un estratto della Relazione di calcolo S-RC2, paragrafo *6.1 – Preferenze commessa*, in cui sono riportati i dati generali di input utilizzati.

6.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	III	
Vr	75	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Località	Torino, Grugliasco, Lesna; Latitudine ED50 45,0672° (45° 4' 2''); Longitudine ED50 7,645° (7° 38' 42''); Altitudine s.l.m. 257,39 m.	
Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°	
Ss orizzontale SLO	1.2	
Tb orizzontale SLO	0.098	[s]
Tc orizzontale SLO	0.294	[s]
Td orizzontale SLO	1.714	[s]
Ss orizzontale SLD	1.2	
Tb orizzontale SLD	0.106	[s]
Tc orizzontale SLD	0.317	[s]
Td orizzontale SLD	1.737	[s]
Ss orizzontale SLV	1.2	
Tb orizzontale SLV	0.133	[s]
Tc orizzontale SLV	0.399	[s]
Td orizzontale SLV	1.854	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0286	
Fo SLO	2.578	
Tc* SLO	0.192	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0342	
Fo SLD	2.624	
Tc* SLD	0.211	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.0636	
Fo SLV	2.782	
Tc* SLV	0.281	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	-533	[cm]
Regolarità in pianta	Si	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio C.A.	Si	
Tipologia C.A.	Strutture a telaio q0=3.0*αu/α1	
αu/α1 C.A.	Strutture a telaio con più piani e più campate αu/α1=1.3	
Edificio esistente	Si	
T1,x	0.93843	[s]

T1,y	0.67851	[s]
λ SLO,x	1	
λ SLO,y	1	
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	0.85	
Numero modi	33	
Metodo di Ritz	applicato	
Limite spostamenti interpiano	0.0033	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.25	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.25	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3	
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7	
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15	

I carichi utilizzati per la verifica di vulnerabilità sono come sotto riportati

Carichi permanenti portati

TIPO DI LOCALE	G_1 (kN/m^3)	G_2 (kN/m^2)	g_2 (kN/m)
Solaio piano primo		1,50	
Copertura		1,50	

Sovraccarichi accidentali

TIPO DI LOCALE	G_1 (kN/m^3)	G_2 (kN/m^2)	g_2 (kN/m)
Solaio piano primo		5,00	
Copertura		1,50	

In riferimento al par.2.4 (vita nominale – classe d'uso – periodo di riferimento) per la verifica di vulnerabilità sismica si è considerato:

- opera ordinaria V_N = 50 anni
- classe d'uso III (in considerazione del possibile utilizzo) c_u = 1,5
- periodo di riferimento V_R = 75 anni

Si riportano le verifiche consuntive, da cui risulta come i valori minimi del parametro ζE (rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo) siano maggiori di 1, e la struttura risulti pertanto adeguata.

[nota: il valore minore di 1 per il "raggiungimento della pressione massima la suolo" è locale e considerato accettabile]

Verifiche consuntive

Verifiche consuntive pilastrate C.A.

***Verifica**: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.*
***Sicurezza minima**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a flessione**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*

***Verifica a taglio**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Nodo pilastri**: Visualizza il coefficiente di sicurezza per la verifica dei nodi. Il valore è adimensionale.*

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Nodo pilastri
Pilastrata 7	2.952	2.952	6.077	
Pilastrata 49	3.297	3.297	5.59	
Pilastrata 14	1.04	1.04	1.316	
Pilastrata 20	1.043	1.043	1.347	
Pilastrata 21	1.058	1.077	1.058	
Pilastrata 45	1.398	1.398	2.8	
Pilastrata 53	1.319	1.319	2.695	
Pilastrata 1	1.091	1.091	2.252	
Pilastrata 13	1.303	1.303	1.674	
Pilastrata 37	1.114	1.763	1.114	
Pilastrata 18	1.014	1.044	1.014	
Pilastrata 23	1.065	1.248	1.065	
P18bis	1.085	1.085	1.156	
P23 bis	1.314	1.431	1.314	
Pilastrata 26	1.089	1.141	1.089	
Pilastrata 31	1.051	1.127	1.051	
Pilastrata 36	1.086	1.086	1.296	
Pilastrata 28	1.081	1.297	1.081	
Pilastrata 33	1.036	1.152	1.036	
Pilastrata 38	1.064	1.064	1.26	
Pilastrata 16	1.075	1.075	1.137	
Pilastrata 17	1.2	1.645	1.2	
Pilastrata 22	1.242	1.941	1.242	
Pilastrata 27	1.279	2.005	1.279	
Pilastrata 32	1.216	1.928	1.216	

Verifiche consuntive travate C.A.

***Verifica**: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.*
***Sicurezza minima**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a flessione**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a taglio**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica di portanza**: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.*
***Verifica di scorrimento**: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.*

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento
Trave a "Piano 1 +1.01" 45-53	1.012	1.047	1.012		
Trave a "Copertura +7.45" 1-13	1.189	1.271	1.189		
Trave a "Copertura +7.45" 45-53	1.383	1.384	1.383		
Trave a "Portale -0.60" (36; 1602)-23	1.008	1.225	1.008		
Trave a "Piano 1 +1.01" 6-48	1.125	1.279	1.125		
Trave a "Piano 1 +1.01" 5-42	1.031	1.158	1.031		
Trave a "Piano 1 +1.01" 4-47	1.023	1.16	1.023		
Trave a "Piano 1 +1.01" 3-41	1.027	1.215	1.027		
Trave a "Piano 1 +1.01" 2-46	1.08	1.103	1.08		
Trave a "Piano 1 +1.01" 12-52	1.017	1.205	1.017		
Trave a "Piano 1 +1.01" 11-44	1.096	1.168	1.096		
Trave a "Piano 1 +1.01" 10-51	1.051	1.154	1.051		
Trave a "Piano 1 +1.01" 9-43	1.028	1.154	1.028		
Trave a "Piano 1 +1.01" 8-50	1.105	1.269	1.105		
Trave a "Piano 1 +1.01" 7-49	1.038	1.038	1.087		
Trave a "Piano 1 +1.01" 31-33	1.008	1.056	1.008		
Trave a "Piano 1 +1.01" 36-38	1.098	1.098	1.116		
Trave a "Piano 1 +1.01" 26-28	1.073	1.073	1.141		
Trave a "Piano 1 +1.01" 21-23	1.093	1.136	1.093		
Trave a "Piano 1 +1.01" 16-18	1.03	1.03	1.078		
Trave a "Piano 1 +1.01" 13-53	1.47	1.47	1.511		
Trave a "Piano 1 +1.01" 1-45	1.479	1.479	1.979		
Trave a "Copertura +7.45" 6-48	1.194	1.411	1.194		
Trave a "Copertura +7.45" 5-42	1.127	1.292	1.127		
Trave a "Copertura +7.45" 4-47	1.129	1.295	1.129		
Trave a "Copertura +7.45" 3-41	1.174	1.358	1.174		
Trave a "Copertura +7.45" 2-46	1.126	1.201	1.126		
Trave a "Copertura +7.45" 12-52	1.129	1.295	1.129		
Trave a "Copertura +7.45" 11-44	1.15	1.247	1.15		
Trave a "Copertura +7.45" 10-51	1.151	1.251	1.151		
Trave a "Copertura +7.45" 9-43	1.156	1.262	1.156		
Trave a "Copertura +7.45" 8-50	1.218	1.388	1.218		
Trave a "Copertura +7.45" 7-49	1.135	1.291	1.135		
Trave a "Copertura +7.45" 13-53	1.316	1.316	1.743		
Trave a "Copertura +7.45" 1-45	1.268	1.268	1.426		
Trave a "Copertura +7.45" 31-33	1.208	1.618	1.208		
Trave a "Copertura +7.45" 16-18	1.197	1.308	1.197		
Trave a "Copertura +7.45" 21-23	1.218	1.757	1.218		
Trave a "Copertura +7.45" 26-28	1.196	1.57	1.196		
Trave a "Copertura +7.45" 36-38	1.063	1.456	1.063		
Sguinci P32	1.142	1.142	1.575		
Sguinci P37	1.31	1.31	1.376		
Sguinci P27	1.153	1.153	1.59		
Sguinci P22	1.101	1.101	1.524		
Sguinci P17	1.156	1.156	1.3		
Trave a "Piano 1 +1.01" 1-13	1.021	1.028	1.021		
Sguinci P17 sup	1.688	1.711	1.688		

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento
Sguinci P22 sup	1.535	1.535	1.967		
Sguinci P27 sup	1.542	1.542	2.054		
Sguinci P32 sup	1.559	1.559	2.005		
Sguinci P37 sup	1.728	1.8	1.728		
Sguincio P18	1.894	1.894	6.503		
Sguincio P18-s1	3.611	3.611	20.98		
Sguincio P18-s4	1.302	1.347	1.302		
Sguincio P18-s3	1.104	1.104	1.327		
Sguincio - P18 inferiore	1.537	1.537	5.785		
Sguincio P23	2.285	2.285	7.77		
Sguincio - P23 inferiore	1.725	1.725	6.145		
Sguincio P23-s1	4.569	4.569	23.894		
Sguincio P23-s4	1.169	1.169	1.238		
P18-s2	1.451	1.451	1.942		
P18-s5	1.307	1.394	1.307		
P18-s6	1.146	1.146	1.476		
P18-s7	10.784	10.784	32.344		
P23-s2	1.784	1.784	2.2		
P23-s5	1.582	1.804	1.582		
P23-s6	1.116	2.119	1.116		
P23-s3	1.323	1.323	1.653		
P23-s7a	5.267	5.267	24.229		
P23-s7b	10.005	10.005	10.228		

Verifiche consuntive plinti

***Verifica**: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.*
***Sicurezza minima**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a flessione**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica a taglio**: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*
***Verifica di portanza**: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.*
***Verifica di scorrimento**: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.*

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento
Plinto 1	1.013	2.732		30.587	9.207
Plinto 13	1.238	2.172		25.587	5.835
Plinto 45	1.057	2.855		31.397	8.113
Plinto 53	1.316	3.044		31.081	8.099
Plinto 28	1.926	1.926		22.453	8.406
Plinto 33	1.873	1.873		22.306	8.159
Plinto 38	1.755	1.755		20.566	7.889
Plinto 16	1.537	1.537		17.584	8.884
Plinto 21	1.81	1.81		20.535	8.654
Plinto 26	1.912	1.912		22.287	8.48
Plinto 31	1.869	1.869		22.318	8.341
Plinto 36	1.761	1.761		20.968	8.097
Plinto 7	2.11	2.11		23.515	17.563
Plinto 49	2.364	2.364		26.12	15.594
Plinto 17	1.144	1.144		22.87	9.637
Plinto 22	1.386	1.386		27.529	8.419
Plinto 27	1.45	1.45		28.814	8.177
Plinto 32	1.459	1.459		28.962	7.795
Plinto 37	1.311	1.311		26.06	7.903
Plinto 18	1.416	1.416		16.162	6.532
Plinto 23	1.586	1.586		18.232	7.803

Verifica edifici esistenti

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: (C.A.) tipologia di verifica analizzata*
***ζE**: rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***TR,C**: periodo di ritorno di capacità*
***TR,Rif**: periodo di ritorno di riferimento*
***PAM**: perdita media annua attesa*

***Classe PAM**: classe di rischio PAM*
***IS-V**: indice di sicurezza*
***Classe IS-V**: classe di rischio IS-V*
***Tipo rottura**: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati*
***Segnalazioni**: eventuali segnalazioni*
***λ,SLR**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Ricostruzione*
***λ,SLC**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Collasso*
***λ,SLV**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di salvaguardia della Vita*
***λ,SLD**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Danno*
***λ,SLO**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Operatività*
***λ,SLID**: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Inizio Danno*

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.076
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.034
Tr,SLVrif = 712 anni
Tr,SLOrif = 45 anni

ζEminimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

ζE: 1.013
Trave a "Portale -0.60" (36; 1602)-23
Taglio gravitazionale -3743.9
Taglio sismico -6528.4
Taglio ultimo -10358.9
Combinazione SLV 29
Campata 4
Sezione a distanza 354
Tempo di ritorno 739 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.015
PGA 0.077
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.009

Rottura a flessione

ζE: 1.032
Sguinci P37 sup
Momento flettente gravitazionale 29103.1
Momento flettente sismico -28196.5
Momento ultimo 0
Combinazione SLV 9
Campata 1
Sezione a distanza 0
Tempo di ritorno 780 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.038
PGA 0.078
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.023

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

ζE: 3.185
Combinazione SLO 13
tra Nodo 535 e Nodo 2310
Tempo di ritorno 667 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 3.02
PGA 0.075
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.189

Raggiungimento della pressione massima al suolo

ζE: 0.606
Combinazione SLV fondazioni 3
Nodo 502 di coordinate 717,5;1653,0;-550,5
Tempo di ritorno 183 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.573
PGA 0.054
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.704

----*