



**COMUNE DI CASTEL DI CASIO**  
(CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA)

Sede legale Comune  
Via Marconi Guglielmo, 9  
40030 Castel di Casio (BO)

**PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE  
ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO  
ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO**

## **I° STRALCIO - MUNICIPIO**



RESPONSABILE DEL SERVIZIO

Geom. Stefano Vitali

SINDACO

Sindaco Marco Aldrovandi

RT - PROGETTISTI

OPERE ARCHITETTONICHE:

ASP.ILT SRL (Capogruppo)  
Ing. Luigi Tundo  
Arch. Stefano Piazzi  
Ing. Silvia Tamerlani

OPERE STRUTTURALI:

Ing. Anna Lisa Grandi  
Ing. Alessio Bartolini

OPERE IMPIANTISTICHE:

Studio Associato Energia

INDAGINI GEOLOGICHE:

Geol. Luca Monti

OGGETTO

**PROGETTO ESECUTIVO  
OPERE STRUTTURALI**

Relazione geotecnica

ELABORATO

**STRU  
REL GEOT**

SOSTITUISCE

—

DISEGNATORE

—

SCALA

—

FILE

—

DATA

APRILE 2023

Relazione redatta come da indicazioni del §C6.2.2.5 secondo il seguente indice:

- a) Descrizione del sito, delle opere e degli interventi;
- b) Valutazione della pericolosità ambientale (stabilità del territorio in condizioni statiche e sismiche);
- c) Risposta sismica locale;
- d) Problemi geotecnici e scelte tipologiche;
- e) Identificazione degli stati limite per le opere di progetto e metodi di analisi;
- f) Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche;
- g) Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici;
- h) Modelli geotecnici di sottosuolo con indicazione dei valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici;
- i) Risultato delle analisi;
- j) Confronto dei risultati con le prestazioni previste per le opere;
- k) Prescrizioni sulle modalità costruttive;
- l) Eventuale piano di monitoraggio in corso d'opera e in esercizio.

## a) Descrizione del sito, delle opere e degli interventi

L'area di intervento è ubicata nell'Elemento nel Capoluogo Castel di Casio all'interno del Centro Storico, ad una quota di circa 536 m s.l.m.

Le porzioni oggetto di intervento sono individuate catastalmente al Fg. 21, Mapp. 25, sub. 5, ovvero il fabbricato attualmente destinato ad ospitare gli uffici municipali. L'appendice sarà oggetto del secondo stralcio.



Posizione delle due opere oggetto di analisi all'interno del centro storico di Castel di Casio.

Sulla base del progetto architettonico complessivo sono stati analizzati gli interventi previsti e sono stati identificati quelli con rilevanza strutturale. Si elencano nel seguito gli interventi sulle strutture esistenti:

### a) Edificio principale:

1. **Interventi in fondazione:** realizzazione di sottofondazioni per le pareti soggette alle maggiori sollecitazioni; realizzazione di sottofondazioni per i pilastri del porticato e soletta controterra armata di collegamento; realizzazione di fondazioni per nuovi setti controventanti di progetto e di porzioni di solaio controterra per i locali interni dell'ambulatorio e del garage.
2. **Interventi a livello dei solai interpiano:** inserimento di catene e controventi in acciaio all'intradosso dei solai del volume principale; sostituzione del solaio esistente con un nuovo solaio in acciaio con soletta collaborante al primo piano ammezzato dell'edificio secondario; consolidamento e irrigidimento dei solai dall'estradosso con cappe armate collaboranti nel vano scale del volume principale e nei solai del volume secondario.
3. **Interventi sul coperto:** Rimozione del tavolato esistente e inserimento di doppio tavolato incrociato; rinforzo delle capriate esistenti mediante incamiciatura con profili di acciaio; inserimento di cordolo tralicciato sulla sommità delle pareti.

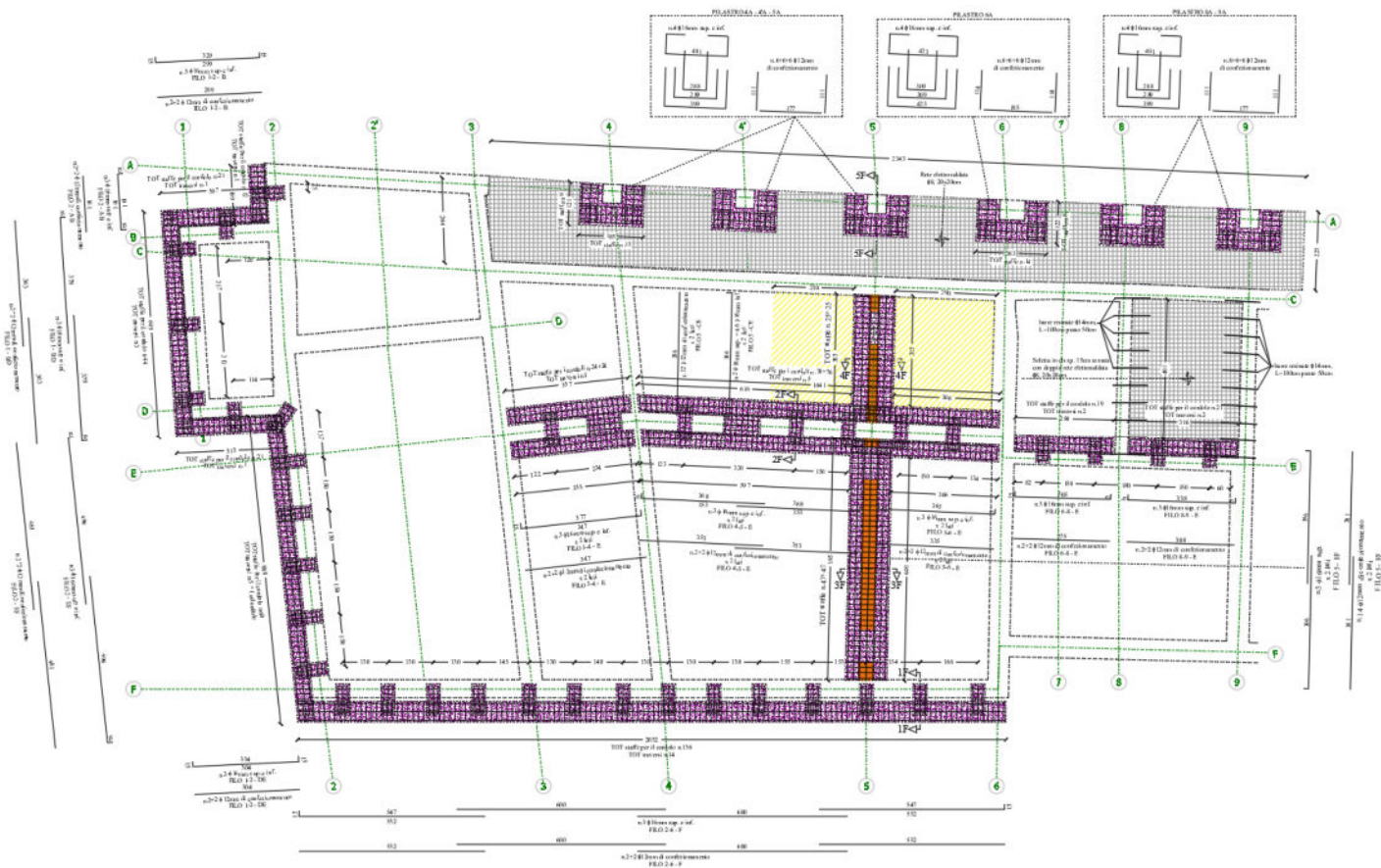


4. **Interventi sulle strutture in muratura portante in elevazione:** Modifiche alle posizioni di alcune bucatore (cfr. Tavola progetto) e chiusure localizzate di nicchie; rifacimento o rinforzo di tutti gli archi/architravi delle porte e finestre esistenti; Inserimento di cerchiature di acciaio in bucatore esistenti e nuove di dimensioni rilevanti; placcaggio diffuso con FRM intonaco armato e rete bidirezionale in fibra di basalto e acciaio, fatto salvo che sul paramento faccia vista del prospetto Nord in cui si utilizzerà la tecnica “reticulatus”; creazione di un nuovo setto controventante in muratura di mattoni semipieni e malta cementizia e completamento dell’allineamento esistente del primo piano sempre con la stessa tipologia muraria.

**b) Edificio appendice adiacente (non oggetto della presente relazione):**

1. **Demolizioni e costruzioni sull'involucro:** demolizione del coperto, della scala esterna, della tettoia, del solaio sottotetto esistente e del solaio interpiano, comprese contropareti e travi/pilastro interni fino a riportare in vista la nuda struttura perimetrale esistente; modifiche alle aperture esistenti con la tecnica scuci-cuci; rifacimento del solaio piano di copertura.
2. **Nuova costruzione di solaio interpiano giuntato per gli archivi:** realizzazione della platea di fondazione e della struttura di elevazione compreso solaio e scala di accesso, tutti gli elementi saranno giuntati dall'involucro esterno.

Si intende rinforzare con sottofondazioni le parti più sollecitate individuate nello stato di fatto in modo da allargare l'impronta di base e garantire maggiore resistenza per le azioni statiche e sismiche, inoltre si vuole anche garantire un minimo di collegamento alla base delle strutture. Ovviamente è anche necessario realizzare le fondazioni del nuovo setto di spina centrale.



I cordoli di sottofondazione esterni dovranno essere realizzati a campione avendo cura di formare i rostri di collegamento realizzando nicchie nelle murature esistenti di larghezza indicata ed eventualmente consolidando preventivamente le murature circostanti. Non si vuole creare, se possibile, uno stato di sollecitazione attivo mediante messa in carico delle nuove fondazioni, esse dovrebbero entrare in gioco solo in caso di sisma o cedimento differenziale. Le fondazioni realizzate all'interno dell'edificio invece dovranno essere realizzate solo in seguito alla demolizione di porzioni di solai controterra esistenti. In questo caso i solai dovranno essere puntellati e

dovranno essere lasciate in essere tutte le possibili opere di “ripresa” (sovrapposizione barre, spezzoni di travetti, etc.) da inglobare all’interno dei nuovi getti. Oltre alle travi e cordoli di fondazione è prevista la realizzazione di solai controterra formati da casseri modulari aerati tipo IGLOO con getto di completamento con rete elettrosaldata. Questi elementi devono realizzare un collegamento tra le fondazioni e sottofondazioni di progetto e i solai esistenti.

In pratica è stato consolidato tutto il perimetro esterno raggiungibile: la porzione Est al di là del portico, è già stata interessata dalle opere di ripavimentazione della piazza, tutta la strada possiede quindi una soletta di 15÷20 cm di spessore (profondità -50 cm circa rispetto al P.C.) armata con rete elettrosaldata. La nuova soletta controterra del porticato si andrà ad innestare con questa e ricongiungerà tra loro tutte le sottofondazioni dei pilastri. Si interviene anche sul setto di spina centrale allargandolo, laddove possibile, fino alla larghezza di circa 150 cm con doppio cordolo unito da traversi. Alla sottofondazione del setto di spina si unisce quella del nuovo setto di controvento che ha solo funzione di collegamento e di portanza per il peso proprio e per le azioni sismiche. Per ragioni di carattere architettonico richieste dalla Committenza non è stato possibile estendere l’intervento di sottofondazione all’intero fabbricato, d’altra parte si ritiene che l’intervento possa risolvere tutte le criticità riscontrate.

Sono stati progettati quindi cordoli di rinforzo e nuove fondazioni per i nuovi setti di spina come da schema sottostante:

## **b) Valutazione della pericolosità ambientale (stabilità del territorio in condizioni statiche e sismiche)**

Per determinare la situazione geologica e morfologica generale e accertare la natura litologica dei terreni è stata effettuata un’analisi di superficie cui è seguita, al fine di creare un panorama conoscitivo il più completo possibile, la consultazione della seguente cartografia:

- Cartografia geologica e dei suoli on-line a cura del Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino del Reno;
- Piano Territoriale Metropolitano di Bologna;
- Microzonazione Sismica del Comune di Castel di Casio.

L’area è ubicata nell’Elemento n° 252013 “Castel di Casio” della Cartografia Tecnica Regionale, alla scala 1:5.000.

In base al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Reno, al Titolo I “Rischio da frana e assetto dei versanti”, il comparto in esame ricade in una UIE perimetrata con la scheda Castel di Casio n. 122 ed è classificato come Zona 5 area di influenza (Artt. 9-10). In base alle norme di piano l’intervento in progetto risulta consentito senza prevedere ulteriori approfondimenti in merito al rischio e alla pericolosità di versante.

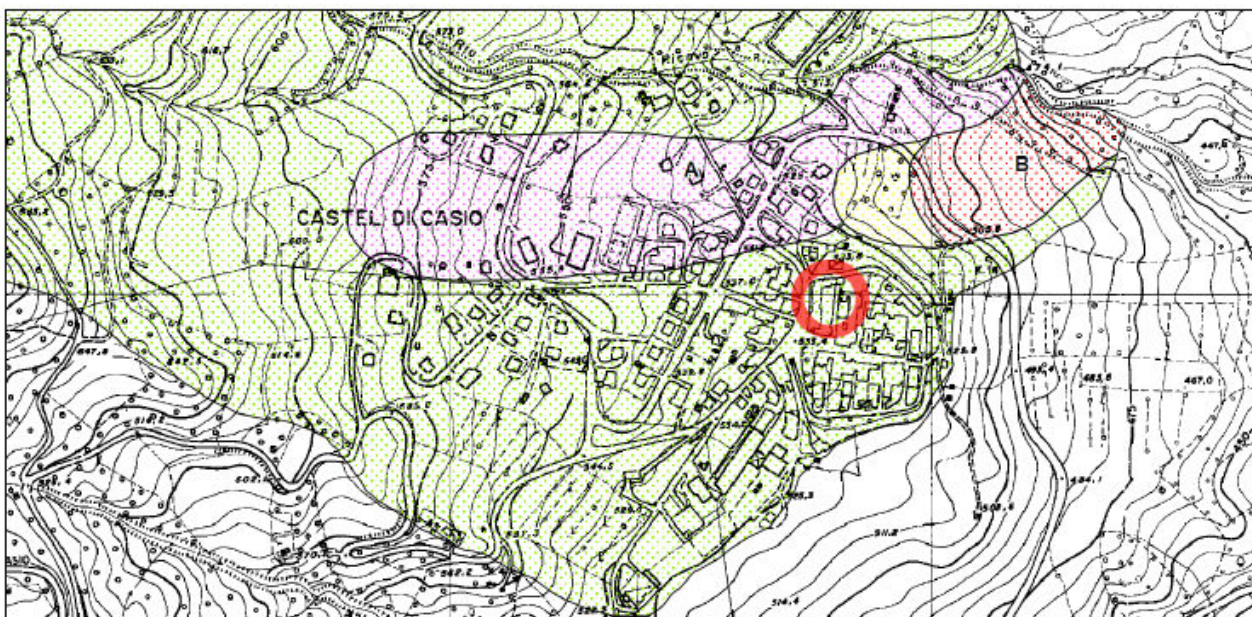


Figura 2. Stralcio Scheda 122 "Castel di Casio" Zonizzazione Aree a Rischio del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Reno.



La Carta di Area Vasta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali del PTM (Figura 3), che costituisce il primo livello di microzonazione sismica, riporta in corrispondenza dell'area di intervento una superficie classificata come “N - Substrato non rigido affiorante/subaffiorante - Substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $i \leq 15^\circ$ ”. In base alle Norme di Piano (art. 28) il comparto di studio è classificato come suscettibile di amplificazione stratigrafica; per la stima dei coefficienti di amplificazione è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento, quindi è consentito l'approccio semplificato.

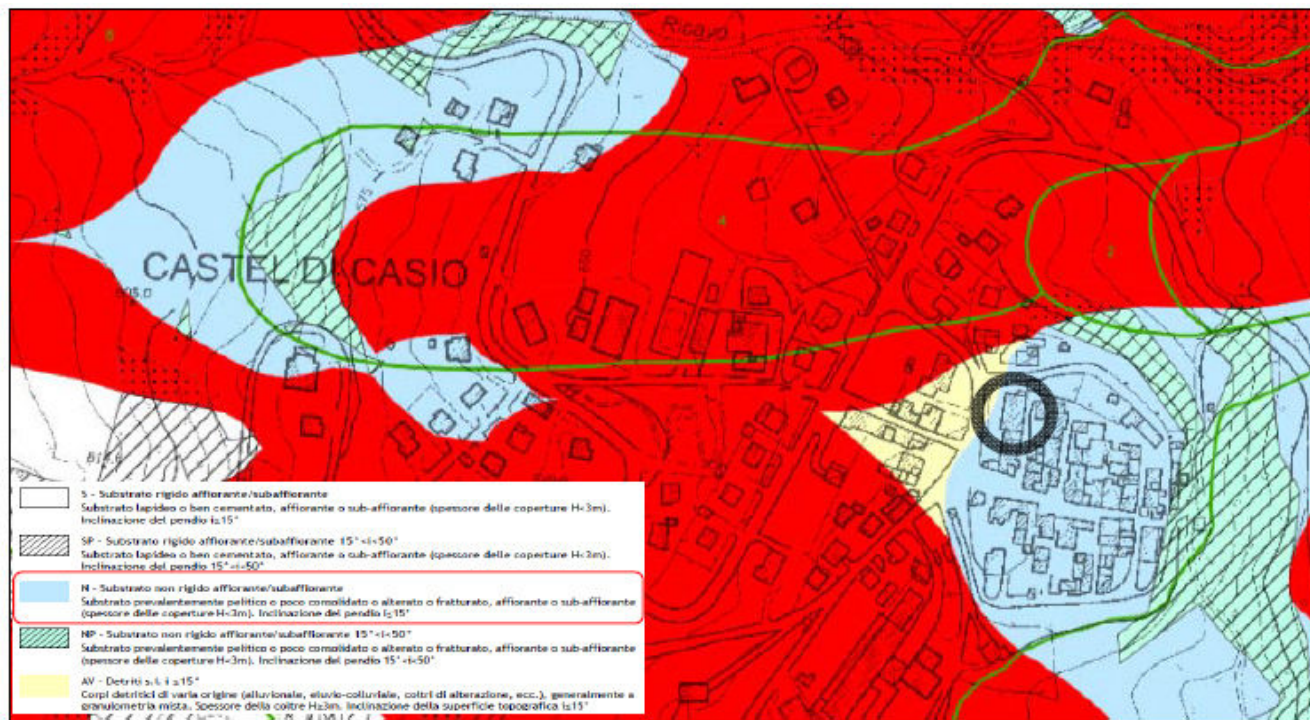


Figura 3. PTM stralcio Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali.

L'area d'intervento, posta ad una quota di circa 536 m s.l.m., ricade nel centro abitato di Castel di Casio, in un comparto ad assetto topografico caratterizzato da una modesta acclività verso est. Il rilievo di superficie non ha riscontrato la presenza di indicatori e morfostrutture riconducibili a fenomeni di dissesto in atto e/o potenzialmente tali a carico dell'area che risulta dotata di un buon grado di stabilità. Geologicamente l'area ricade all'interno di terreni appartenenti alla Formazione delle Argille a Palombini (APA). Si tratta di argilliti ed argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, rossastre o grigio-azzurrognole, fissili (nella pelite è spesso presente un clivaggio scaglioso a carattere pervasivo), alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre in superficie alterata, talvolta con base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi (molto spesso discontinui per motivi tettonici) e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi. Rapporto Argilla/Calcere quasi sempre  $> 1$ . Frequenti intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini (talora mangesifere) a tetto pelitico in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro (o beige se alterate) e di calcareniti medio-grossolane in strati da medi a spessi. La formazione in genere è intensamente deformata con perdita dell'originario ordine stratigrafico alla scala dell'affioramento; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati", a luoghi silicizzati, pervasivamente fratturati e caratterizzati da una fitta rete di vene di calcite, spalmature verdastre sulle superfici di strato e frattura concoide. All'interno della formazione sono talora stati cartografati lembi di ofioliti (of) giurassiche, fino a decametrici, spesso distinte in: brecce ofiolitiche (bo), basalti:  $\beta$ , basalti brecciat (Bb); gabbri: ga, serpentine: S. La sedimentazione è pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Contatti ovunque tettonici o non affioranti. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.

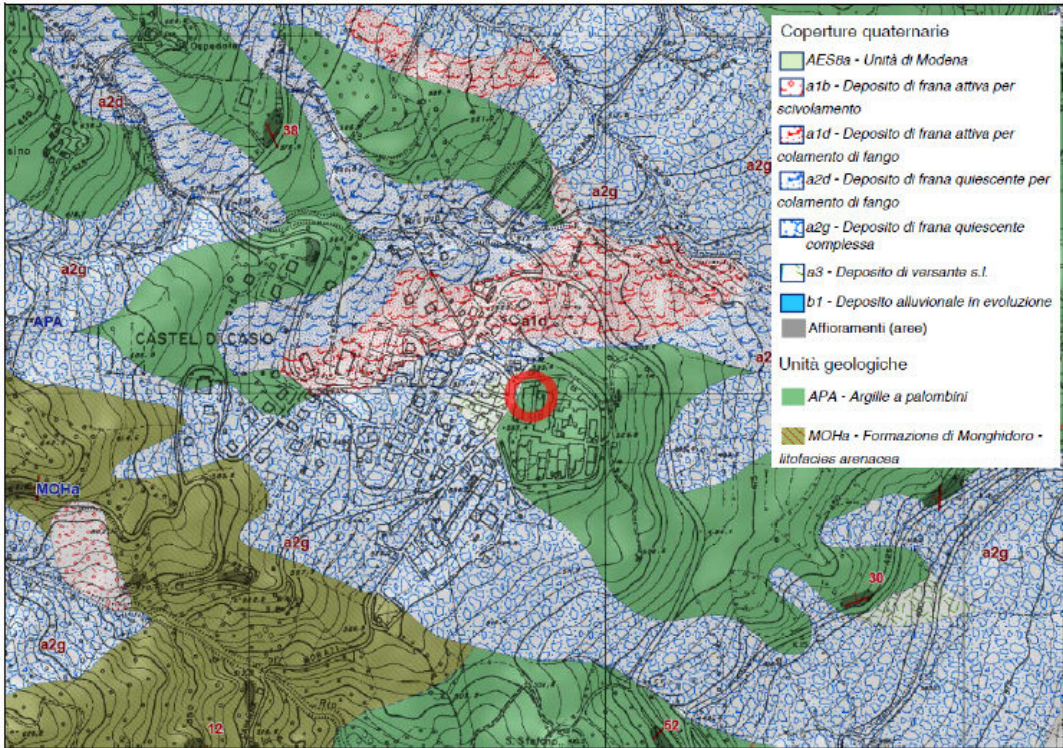


Figura 4. Stralcio carta geologica della Regione Emilia Romagna.

c) Risposta sismica locale

Come visto nel precedente paragrafo non è stato necessario eseguire un’analisi RSL per il sito. Il terreno è classificato simicamente come di categoria C ( $V_s\ 30 = 288\text{ m/sec}$ ) mediante un’indagine sismica passiva a stazione singola attraverso l’acquisizione del rumore sismico ambientale.

Il sito è in condizione tipografica T1 (Tab. 3.2.IV), il coefficiente topografico assume valore unitario.

In base all’OPCM 3274/2003 il Comune di Castel di Casio ricade nella Zona sismica 3.

Di seguito i parametri utilizzati nella progettazione:

DATI DI PROGETTO

Le coordinate geografiche del sito (ED50) sono: Lat 44.163801; Long 11.1037898

Si sceglie una Classe d’uso III trattandosi di edificio rilevante ma non strategico, ed essendo la vita nominale pari a 50 anni si ottiene un periodo di riferimento di 75 anni.

Ubicazione del sito

Longitudine: 11.037898      Latitudine: 44.163801

Tipo di interpolazione: ☐ Media ponderata ([3] in §All. A)    ☒ Superficie rigata [§CA]

Tab. 2, All. B:

Reticolo intorno al sito

Pericolosità sismica di base

T.R (anni)	a.g (g)	F.o	T.C* (sec)
30	0.061	2.472	0.257
50	0.077	2.450	0.261
72	0.090	2.441	0.270
101	0.104	2.445	0.271
140	0.120	2.430	0.278
201	0.139	2.397	0.280
475	0.189	2.393	0.291
975	0.235	2.425	0.301
2475	0.308	2.478	0.320

Risposta sismica locale

Approccio semplificato secondo Normativa

Categoria di sottosuolo:

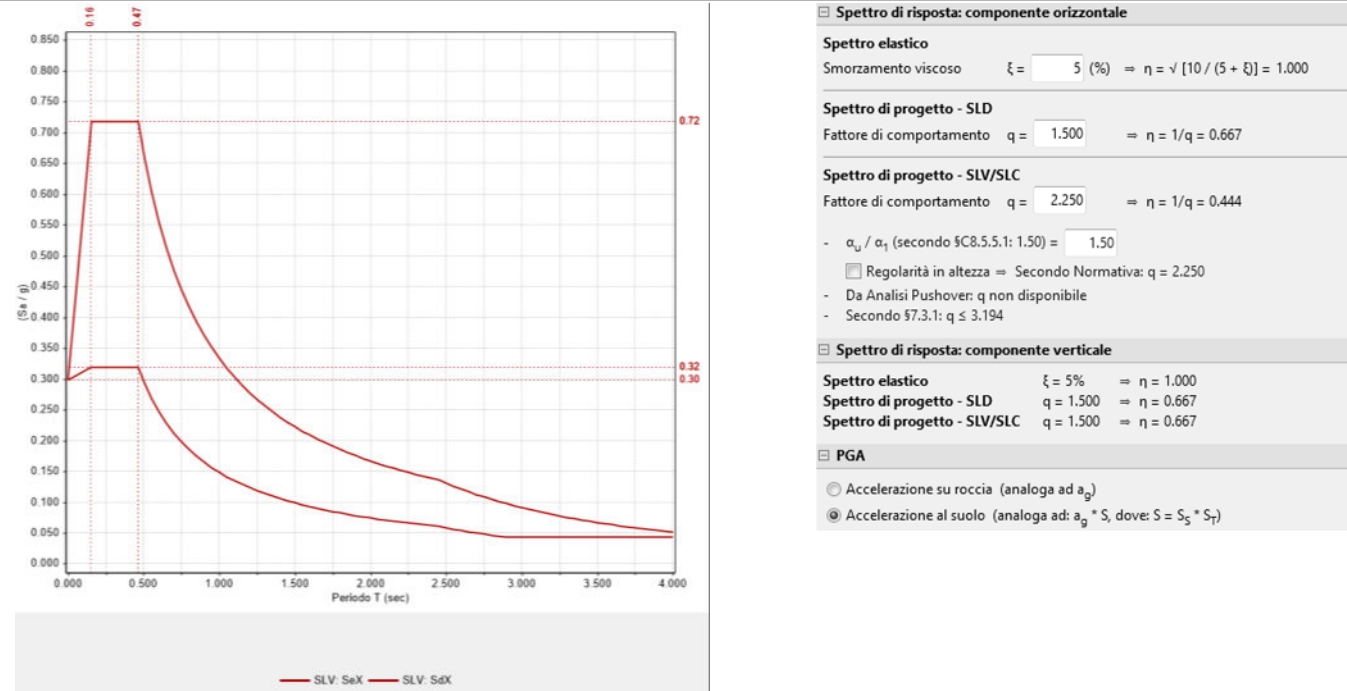
Categoria topografica:

Quota sito/Altezza rilievo:      $[0 \leq (h/H) \leq 1]$

Amplificazione topografica  $S_T$ :      $(§3.2.3.2.1: S_T = 1.000)$

T.R (anni)	Orizzontale			Verticale		
	a.max (g)	F.o	T.C (sec)	a.max (g)	F.v	T.C (sec)
30	0.092	2.472	0.423	0.061	0.824	0.150
50	0.116	2.450	0.427	0.077	0.918	0.150
72	0.135	2.441	0.437	0.090	0.989	0.150
101	0.156	2.445	0.438	0.104	1.064	0.150
140	0.180	2.430	0.445	0.120	1.136	0.150
201	0.209	2.397	0.447	0.139	1.206	0.150
475	0.270	2.393	0.459	0.189	1.404	0.150
975	0.319	2.425	0.470	0.235	1.587	0.150
2475	0.383	2.478	0.489	0.308	1.857	0.150





d) Problemi geotecnici e scelte tipologiche;

Come già detto nel paragrafo iniziale si intende rinforzare con sottofondazioni le parti più sollecitate individuate nello stato di fatto in modo da allargare l'impronta di base e garantire maggiore resistenza per le azioni statiche e sismiche, inoltre si vuole anche garantire un minimo di collegamento alla base delle strutture. Ovviamente è anche necessario realizzare le fondazioni del nuovo setto di spina centrale. Si realizzeranno cordoli in c.a. per allargare le basi e per crearne di nuove in maniera anche da ricollegare per quanto possibile le fondazioni. Per non rovinare i pavimenti del piano terra laddove richiesto è stato scelto di realizzare l'allargamento della fondazione sul solo lato esterno. Per i pilastri del portico si è intervenuti con la stessa tipologia di sottofondazione però conformata a "C" perché non era possibile intervenire sulla strada essendo già realizzata la nuova pavimentazione stradale.

e) Identificazione degli stati limite per le opere di progetto e metodi di analisi;

Gli **stati limite indagati** sono coerenti con quanto richiesto alla Tab. 7.3.III di cui al § 7.3.6 per gli elementi strutturali primari: nel caso specifico, trattandosi di struttura dissipativa in Classe di duttilità B, sono stati indagati sia in termini di rigidità (RIG) e di resistenza (RES), applicando le regole specifiche per i dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.



In particolare, si è eseguita una verifica di spostamenti allo SLD tale per cui esso non ecceda i limiti indicati; sono state eseguite le verifiche di resistenza sugli elementi strutturali con riferimento al loro comportamento allo stato limite ultimo.

**Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti**

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM <sup>(*)</sup>
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT <sup>(**)</sup>			DUT <sup>(**)</sup>		

<sup>(\*)</sup> Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

<sup>(\*\*)</sup> Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

L'edificio è stato analizzato dapprima sotto il profilo statico, in particolar modo sono stati riverificati i solai esistenti e sono riportate le verifiche dei solai rinforzati o sostituiti.

In seguito è stata eseguita un'analisi statica (e **sismica dinamica modale** di controllo, con metodologia come meglio specificata sotto) sulla struttura, un **analisi sismica statica non lineare** (pushover) e infine è stata eseguita un'analisi cinematica sui meccanismi di ribaltamento.

Le verifiche sono eseguite secondo il criterio seguente:

VERIFICHE SISMICHE A STATO LIMITE DI TIPO GEOTECNICO (GEO):

CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO

(D.M.17.1.2018 (NTC18), §6.4.2.1, §7.2.5, §7.11.5.3)

PCM esegue automaticamente le verifiche allo stato limite ultimo di tipo geotecnico (GEO) (verifica di capacità portante del terreno e di scorrimento sul piano di posa) utilizzando l'Approccio 2 (§2.6.1), dove i coefficienti parziali definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e la resistenza globale del sistema (R) assumono i valori (§6.4.2.1):

$$A1 + M1 + R3$$

In Analisi Statica, le massime tensioni sul terreno (ottenute considerando le varie combinazioni di carico statiche) sono confrontate con la capacità portante (ridotta di 2.3); per la verifica a scorrimento, il taglio globale agente lungo una direzione viene confrontato con la resistenza a scorrimento (ridotta di 1.1).

Il coefficiente di sottofondo (K Winkler) è una proprietà delle singole travi di fondazione, definita nei Dati Aste.

Il carico limite del terreno ( $q_{lim}$ ) può essere determinato automaticamente in funzione delle caratteristiche della fondazione e dell'azione di progetto (e, V, H) oppure essere specificato come valore personalizzato (in questo caso i valori di e, V, H non sono presenti).

Nella verifica di scorrimento sul piano di posa la resistenza a taglio R dipende dalle condizioni di drenaggio (EC7, §6.5.3):

- in condizioni drenate,  $R = V \tan(\delta_k)$ , dove V è il carico verticale complessivo agente sul piano di posa e  $\delta_k$  è l'angolo di attrito terreno-struttura (dato comune a tutte le fondazioni);

- in condizioni non drenate,  $R = A c_a$ , dove A è l'area totale delle fondazioni e  $c_a$  è l'adesione tra terreno e struttura (dato comune a tutte le fondazioni).

Per la verifica Statica, le combinazioni di carico fondamentali utilizzate per le verifiche agli stati limite ultimi in analisi statica sono del tipo (§2.5.3):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_F \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

dove per i coefficienti  $\gamma_{G1}$ ,  $\gamma_{G2}$ ,  $\gamma_F$  e  $\gamma_Q$  si applica quando indicato in §2.6.1.

Per l'analisi sismica, si fa riferimento a §7.2.5; si ricorda che la combinazione di carico sismica è unica ed è data da:  $G_1 + G_2 + E + \sum_j \alpha_j Q_{kj}$  (i coefficienti  $\alpha_j$  sono unitari).

Nella verifica delle fondazioni devono essere assunte come azioni di progetto trasmesse dalla struttura le minori tra:

(a) la forza assiale (N) negli elementi strutturali verticali soprastanti, derivante dalla combinazione delle azioni di cui sopra, associata al concomitante valore resistente del momento flettente (M) e del taglio (V);

(b) le azioni trasferite dagli elementi soprastanti (N, M, V) amplificate con un coefficiente  $\alpha_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" (N.B. CD "B" può essere considerata la situazione degli edifici in muratura, caratterizzati da bassa duttilità) e 1,3 in CD "A"; si ritiene ragionevole ritenere che l'amplificazione riguardi le sole componenti sismiche (il valore di ogni sollecitazione è dato dalla composizione della componente statica con quella sismica) (in alternativa, l'amplificazione viene applicata alle sollecitazioni compressive);

(c) le azioni derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1.

Per applicare l'opzione (a) è indispensabile seguire una modalità di modellazione che separa il graticcio di fondazione dalla sovrastruttura; al graticcio si applicano puntualmente (nei nodi di base degli elementi verticali soprastanti) le azioni assiali di calcolo e i valori resistenti delle azioni tagliante e flettente. Nel caso di modello unitario fondazioni+sovrastuttura, l'opzione (a) non può essere utilizzata, perchè non esiste una configurazione di analisi che produca contemporaneamente le sollecitazioni richieste.

L'opzione (b) è invece sempre applicabile in entrambi i casi; nel caso di modello unitario, l'amplificazione verrà attribuita direttamente alle tensioni di contatto fondazione-terreno (ai fini della verifica geotecnica GEO) e alle sollecitazioni nelle travi di fondazione (ai fini della loro verifica di resistenza strutturale STR).

L'opzione (c) può essere considerata poco significativa per le normali strutture (è ragionevole ritenerla pensata per le strutture che in elevazione sono calcolate con  $q=1$ ). Infatti: la componente sismica valutata con il reale fattore di struttura ( $\geq 2.25$  per gli edifici in muratura esistenti;  $\geq 2.80$  per gli edifici nuovi in muratura ordinaria;  $\geq 3.25$  per gli edifici nuovi in muratura armata) è comunque inferiore a quella valutata con  $q=1$  e quindi, potendo scegliere le sollecitazioni minori fra (a) (b) (c), l'opzione (c) appare superflua.

Comunque, potendo scegliere le azioni minori fra (a) (b) (c), considerando un solo caso o due casi si opera a favore di sicurezza (i restanti due casi o un caso potrebbero solo ridurre le azioni e quindi non corrisponderebbero a situazioni più sfavorevoli).

In analisi sismica, PCM segue l'opzione (b). Per la verifica di capacità portante: si amplificano di 1.1 le tensioni sul terreno corrispondenti all'unica combinazione sismica prevista (effetto statico + effetto sismico); l'amplificazione viene applicata, a favore di sicurezza, alle componenti globali: in alternativa potrebbe infatti applicarsi alla sola componente sismica; infine si confrontano con la capacità portante (ridotta di 2.3).

Le verifiche sismiche di tipo geotecnico, come le altre verifiche di resistenza, sono condotte, per tutti gli edifici in muratura, allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV). Per alcuni tipi di edifici sono richieste verifiche sismiche di resistenza anche per stati limite di esercizio (in particolare: SLD): si tratta delle costruzioni di Classe III e IV qualora si vogliano limitare i danneggiamenti strutturali (§7.3.7.1).

Simbologia utilizzata nel software PCM: *Verifica di capacità portante del terreno*  $N_{asta}$  = numero progressivo dell'asta (trave di fondazione, o trave su suolo elastico)  $K$  Winkler = coefficiente di sottofondo della trave su suolo elastico  $e$  = eccentricità del carico in direzione trasversale  $V$  = componente verticale del carico  $H$  = componente orizzontale del carico  $q_{lim}$  = carico limite del terreno  $R_d$  = valore di progetto della resistenza,  $R_d = q_{lim} / \gamma_R$  (con  $\gamma_R = 2.3$ ) *Nodo i* = nodo iniziale dell'asta  $sZ_i$  = spostamento verticale del nodo  $i$   $sT_i$  = tensione di contatto nel nodo  $i$   $Ed_i$  = valore di progetto dell'azione in corrispondenza del nodo  $i$ . La tensione sul terreno risultante dal calcolo deve essere amplificata di 1.1 (opzione (b)); l'amplificazione 1.1 si applica, a favore di sicurezza, alla tensione complessiva, che include sia la parte statica sia la parte sismica) *C.Sic. i* = coefficiente di sicurezza, fornito dal rapporto:  $R_d / Ed_i$ . La verifica è soddisfatta quando il coefficiente di sicurezza è  $\geq 1$  *Nodo j* = nodo finale dell'asta  $sZ_j$  = spostamento verticale del nodo  $j$   $sT_j$  = tensione di contatto nel nodo  $j$   $Ed_j$  = valore di progetto dell'azione in corrispondenza del nodo  $j$ . Analogamente a  $Ed_i$ , la tensione sul terreno risultante dal calcolo deve essere amplificata per 1.1 *C.Sic. j* = coefficiente di sicurezza, fornito dal rapporto:  $R_d / Ed_j$ . La verifica è soddisfatta quando il coefficiente di sicurezza è  $\geq 1$

## f) Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche;

Di seguito si riporta un estratto delle informazioni contenute nella Relazione Geologica a cura del Dott. Geol. Luca Monti.

«Vista la tipologia di opera in progetto e il contesto di inserimento per la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area si è fatto riferimento a numerosi dati a disposizione dello scrivente relativi a studi geologici realizzati nel medesimo comparto».

Per la caratterizzazione sismica si è fatto riferimento all'indagine sismica passiva a stazione sismica a disposizione del Dott. Monti.



Figura 5. Indagini geognostiche allegato allo studio di microzonazione sismica del Comune di Castel di Casio redatto dallo scrivente.

Non sono previste ulteriori indagini.



### g) Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici;

Alla luce dei dati raccolti e della tipologia di intervento in progetto, il modello geotecnico di riferimento per il progettista può essere rappresentato un'unica unità litotecnica denominata unità A; attenendosi alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con il D.M. 17-01-2018, si riportano i parametri geotecnici caratteristici di tali unità.

I parametri geotecnici sono riassunti nella seguente tabella:

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI					
Unità litostratigrafica	Profondità dal p.c. [m]	$\gamma_k$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [KPa]	$c_{uk}$ [KPa]
Unità A interferente con le fondazioni	-	1,9	24÷26	6÷8	80÷100

Tabella 1: Parametri geotecnici caratteristici.  $\gamma_k$ = peso di volume;  $\phi'_k$ = angolo d'attrito interno,  $c'_k$ = coesione efficace,  $c_{uk}$ = coesione.

Sono stati scelti valori medi tra quelli indicati.

### h) Modelli geotecnici di sottosuolo con indicazione dei valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici;

Il terreno di fondazione è modellato con molle alla Winkler con costante elastica pari a  $k_{\text{winkler}} = 5 \text{ daN/cmcm}$ . Per gli altri parametri si veda sopra.

### i) Risultato delle analisi;

La larghezza dei cordoli di sottofondazione è dapprima stata progettata con semplici verifiche manuali su una porzione di facciata Ovest e sul setto di spina di larghezza unitaria, si ottengono i seguenti risultati:

Carico alla base su un metro di muratura per la parete di spina					
H muratura =	12.40	m			
H fondazione =	0.90	m			
sp. muratura =	0.54	m			
$\gamma_{\text{mur}}$ =	2000.00	kg/mc			
Largh. area infl. Solaio 1P =	5.40	m			
G1 = 181 daN/mq	g1 = 978.38	$\gamma_{G1} = 1.3$	g1,d =	12.72	kN
G2 = 404 daN/mq	g2 = 2181.60	$\gamma_{G2} = 1.3$	g2,d =	28.36	kN
Q = 300 daN/mq	Q = 1620.00	$\gamma_Q = 1.5$	Q,d =	24.30	kN
			Peso 1 imp.=	65.38	kN
Largh. area infl. Solaio 2P =	6.60	m			
G1 = 181 daN/mq	g1 = 1195.80	$\gamma_{G1} = 1.3$	g1,d =	15.55	kN
G2 = 153 daN/mq	g2 = 1009.80	$\gamma_{G2} = 1.3$	g2,d =	13.13	kN
Q = 50 daN/mq	Q = 330.00	$\gamma_Q = 1.5$	Q,d =	4.95	kN
			Peso 2 imp.=	33.62	kN
Largh. area infl. Solaio copertura =	3.50	m			
G1 = 60 daN/mq	g1 = 210.00	$\gamma_{G1} = 1.3$	g1,d =	2.73	kN

I STRALCIO – MUNICIPIO: RELAZIONE GEOTECNICA

G2 =	55 daN/mq	g2 =	192.50	$\gamma_{G2} = 1.3$	g2,d =	2.50 kN
Q =	194 daN/mq	Q =	679.00	$\gamma_Q = 1.5$	Q,d =	10.19 kN
					Peso copertura =	15.42 kN
Peso pareti =		g1 =	14364	$\gamma_{G1} = 1.3$	g1,d =	186.73 kN
				<b>totale =</b>		<b>301.15 kN/m</b>

### FONDAZIONE MURO DI SPINA

Condizioni drenate semplificate:

$$Q_{lim} = N_q \rho_1 D + N_c C' + N_\gamma \rho'_2 B'/2 = 502.61 [kN/mq] = 0.503 [Mpa]$$

Condizioni non drenate semplificate:

$$Q_{lim} = \rho_1 D + 5,14 C_u = 481.60 [kN/mq] = 0.482 [Mpa]$$

Valori caratteristici parametri geomeccanici terreno di posa (coltre):

$\rho = (\text{in questo caso } \rho_1 = \rho_2)$	19 [kN/mc]	
$C' =$	7 [kPa]	
$C_u =$	90 [kPa]	
$\phi' =$	25 [°]	0.436 [rad]

$$N_q = (1 + \tan \phi') / (1 - \tan \phi') e^{\pi \tan \phi'} = 10.662$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi' = 20.721$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi' = 10.876$$

$$D = 1 [m]$$

$$B = 1.5 [m]$$

$$\text{Valore di portata limite} = 0.209 [Mpa] \quad 314.09 \text{ kN} > 301.15 \text{ kN}$$

$$\gamma_R (R3) = 2.3$$

### Carico alla base su un metro di muratura per la parete fronte

H muratura =	9.95 m			
H fondazione =	0.90 m			
sp. muratura =	0.54 m			
$\gamma_{mur} =$	2000.00 kN/mc			
Largh. area infl. Solaio 1P =	3.60 m			
G1 =	181 daN/mq	g1 =	652.25	$\gamma_{G1} = 1.3$
G2 =	404 daN/mq	g2 =	1454.40	$\gamma_{G2} = 1.3$
Q =	300 daN/mq	Q =	1080.00	$\gamma_Q = 1.5$
				Peso 1 imp. = 43.59 kN
Largh. area infl. Solaio 2P =	3.60 m			
G1 =	181 daN/mq	g1 =	652.25	$\gamma_{G1} = 1.3$
G2 =	153 daN/mq	g2 =	550.80	$\gamma_{G2} = 1.3$
Q =	50 daN/mq	Q =	180.00	$\gamma_Q = 1.5$
				Peso 2 imp. = 18.34 kN
Largh. area infl. Solaio copertura =	3.50 m			
G1 =	60 daN/mq	g1 =	210.00	$\gamma_{G1} = 1.3$
				g1,d = 2.73 kN



I STRALCIO – MUNICIPIO: RELAZIONE GEOTECNICA

G2 =	55 daN/mq	g2 =	192.50	$\gamma_{G2} = 1.3$	g2,d =	2.50 kN
Q =	194 daN/mq	Q =	679.00	$\gamma_Q = 1.5$	Q,d =	10.19 kN
					Peso copertura =	15.42 kN
Peso pareti =		g1 =	11718	$\gamma_{G1} = 1.3$	g1,d =	152.33 kN
				<b>totale =</b>		<b>229.68 kN/m</b>

# FONDAZIONE PARETE FRONTE

Condizioni drenate semplificate:

$$Q_{lim} = N_q \rho_1 D + N_c C' + N_\gamma \rho'_2 B'/2 = 471.61 \text{ [kN/mq]} = 0.472 \text{ [Mpa]}$$

Condizioni non drenate semplificate:

$$Q_{lim} = \rho_1 D + 5,14 C_u = 481.60 \text{ [kN/mq]} = 0.482 \text{ [Mpa]}$$

Valori caratteristici parametri geomeccanici terreno di posa (coltre):

$\rho =$ (in questo caso $\rho_1 = \rho_2$ )	19 [kN/mc]	
$C' =$	7 [kPa]	
$C_u =$	90 [kPa]	
$\phi' =$	25 [°]	0.436 [rad]

$$N_q = (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi') e^{\pi \tan \phi'} = 10.662$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi' = 20.721$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi' = 10.876$$

$$D = 1 \text{ [m]}$$

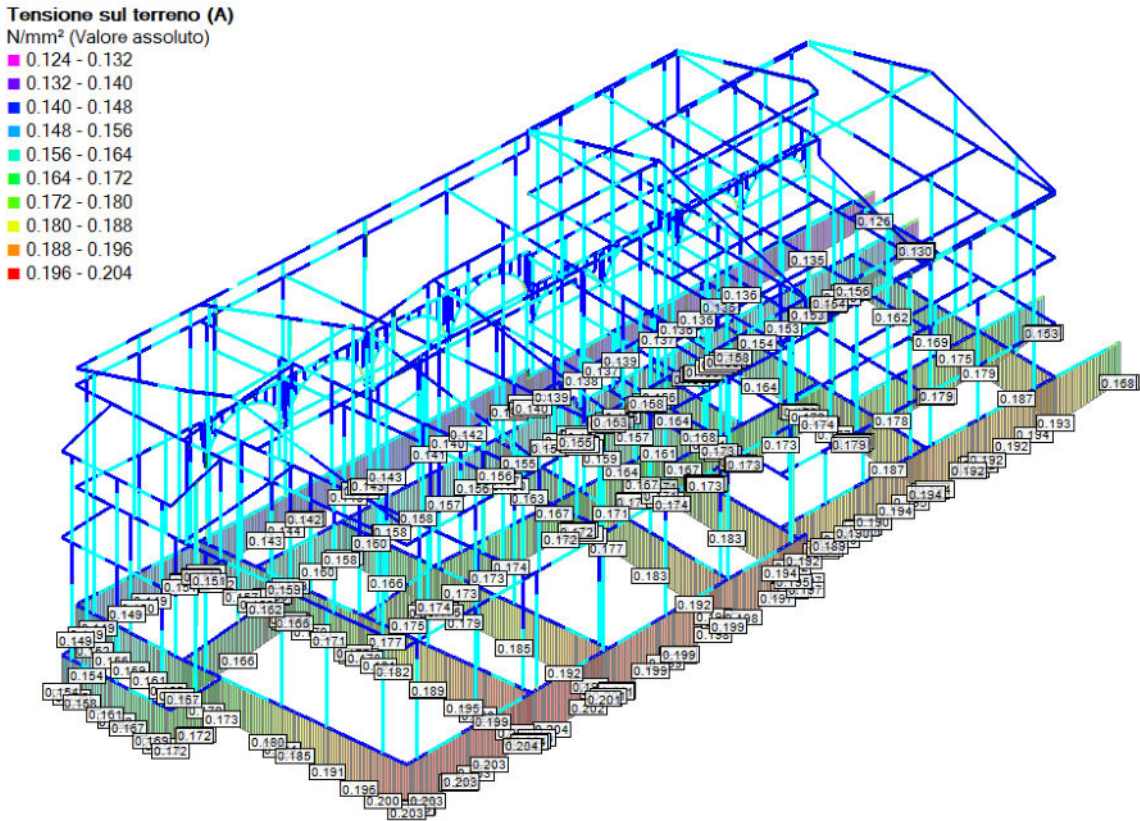
$$B = 1.2 \text{ [m]}$$

$$\text{Valore di portata limite} = 0.205 \text{ [Mpa]} \quad 246.06 \text{ kN} > 229.68 \text{ kN}$$

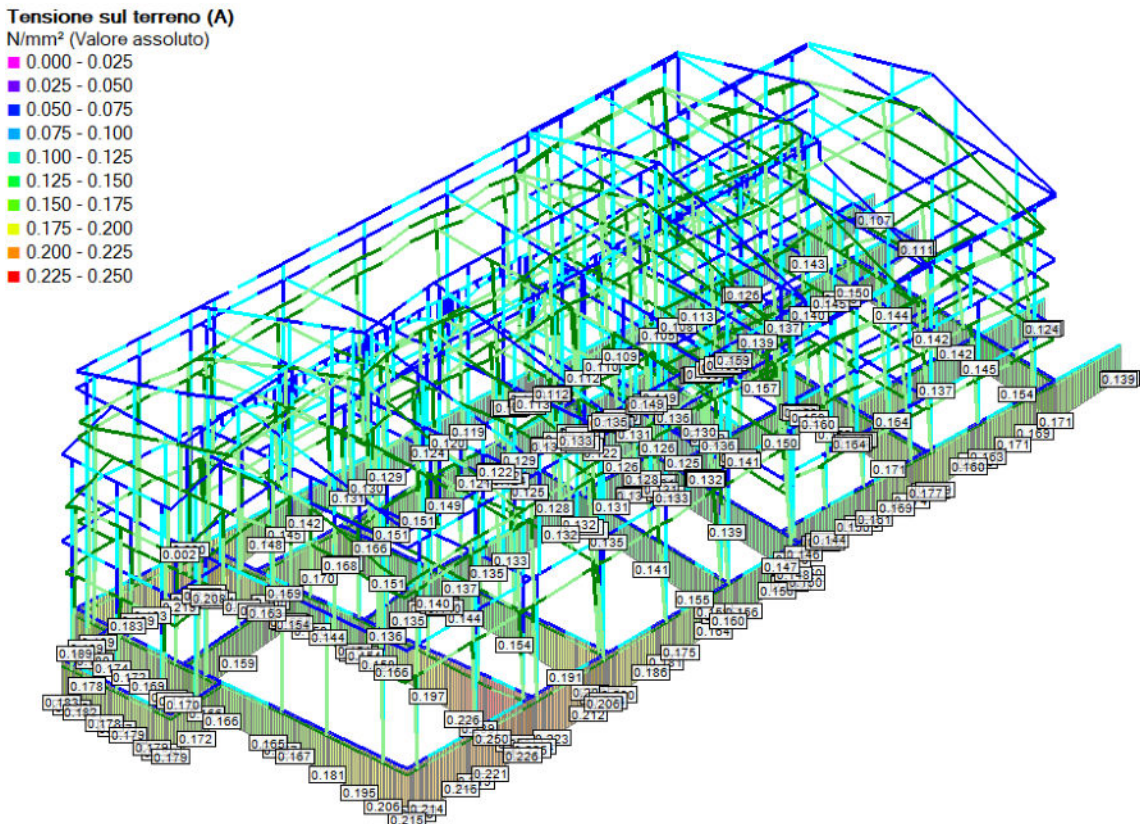
$$\gamma_R (R3) = 2.3$$

Le verifiche risultano soddisfatte

Sulla base dei parametri geotecnici indicati sono state condotte le verifiche geotecniche di portanza del terreno e di scorrimento mediante il software Aedes PCM.



Tensione del terreno in condizioni statiche SLU



Tensione del terreno in condizioni sismiche SLV



PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO – CUP:G38J18000010001- CIG:867740879B - CPV: 71221000-3.

I STRALCIO – MUNICIPIO:
 RELAZIONE GEOTECNICA

N. asta	K Wink. (N/mm³)	e (m)	V (kN)	H	q,lim (N/mm²)	Rd	Nodo i	sZ,i (mm)	sT,i (N/mm²)	Ed,i	C.Sic. i	Nodo j	sZ,j (mm)	sT,j (N/mm²)	Ed,j	C.Sic. j	ID CCC
1013	0.050				0.573	0.249	978	-0.18	0.147	0.147	1.700	979	-0.17	0.146	0.146	1.711	38
1014	0.050				0.573	0.249	986	-0.13	0.139	0.139	1.798	987	-0.12	0.137	0.137	1.813	38
1015	0.050				0.573	0.249	980	-0.17	0.145	0.145	1.722	981	-0.16	0.144	0.144	1.735	38
1016	0.050				0.573	0.249	982	-0.16	0.143	0.143	1.743	983	-0.16	0.142	0.142	1.751	38
1017	0.050				0.573	0.249	988	-0.16	0.142	0.142	1.760	985	-0.15	0.140	0.140	1.775	39
1020	0.050				0.573	0.249	994	0.10	0.131	0.131	1.904	967	-0.41	0.157	0.157	1.584	38
1021	0.050				0.573	0.249	995	0.10	0.168	0.168	1.480	966	-0.41	0.195	0.195	1.276	40
1022	0.050				0.573	0.249	996	0.10	0.154	0.154	1.616	965	-0.39	0.180	0.180	1.384	40
1023	0.050				0.573	0.249	990	-0.13	0.135	0.135	1.845	997	0.03	0.126	0.126	1.981	1
1693	0.050				0.591	0.257	1405	-0.25	0.208	0.208	1.236	1	-0.25	0.208	0.208	1.236	8
1694	0.050				0.591	0.257	1	-0.25	0.208	0.208	1.236	946	-0.25	0.208	0.208	1.236	8
1695	0.050				0.591	0.257	1406	-0.31	0.209	0.209	1.230	5	-0.29	0.209	0.209	1.232	8
1696	0.050				0.591	0.257	1407	-0.28	0.208	0.208	1.234	1405	-0.25	0.208	0.208	1.236	8
1697	0.050				0.591	0.257	5	-0.29	0.209	0.209	1.232	1407	-0.28	0.208	0.208	1.234	8
1698	0.050				0.591	0.257	1408	-0.34	0.209	0.209	1.231	9	-0.34	0.209	0.209	1.229	40
1699	0.050				0.591	0.257	1409	-0.33	0.209	0.209	1.228	1406	-0.31	0.209	0.209	1.230	8
1700	0.050				0.591	0.257	1411	-0.33	0.207	0.207	1.240	1408	-0.34	0.209	0.209	1.231	8
1701	0.050				0.591	0.257	13	-0.32	0.206	0.206	1.246	1411	-0.33	0.207	0.207	1.240	8
1702	0.050				0.591	0.257	1412	-0.28	0.202	0.202	1.270	17	-0.28	0.203	0.203	1.266	40
1703	0.050				0.591	0.257	1413	-0.29	0.204	0.204	1.261	1410	-0.31	0.205	0.205	1.250	40
1704	0.050				0.591	0.257	17	-0.28	0.203	0.203	1.266	1413	-0.29	0.204	0.204	1.261	40
1705	0.050				0.591	0.257	1415	-0.28	0.201	0.201	1.277	1412	-0.28	0.202	0.202	1.270	40
1706	0.050				0.591	0.257	21	-0.28	0.201	0.201	1.278	1415	-0.28	0.201	0.201	1.277	40
1707	0.050				0.591	0.257	945	-0.29	0.200	0.200	1.286	25	-0.29	0.200	0.200	1.284	40
1708	0.050				0.591	0.257	1416	-0.29	0.201	0.201	1.281	1414	-0.28	0.201	0.201	1.279	40
1709	0.050				0.591	0.257	25	-0.29	0.200	0.200	1.284	1416	-0.29	0.201	0.201	1.281	40
1710	0.050				0.573	0.249	947	-0.29	0.200	0.200	1.247	29	-0.29	0.198	0.198	1.261	40
1711	0.050				0.573	0.249	29	-0.29	0.198	0.198	1.261	952	-0.29	0.195	0.195	1.276	40
1712	0.050				0.573	0.249	948	-0.29	0.173	0.173	1.441	32	-0.29	0.171	0.171	1.454	37
1713	0.050				0.573	0.249	32	-0.29	0.171	0.171	1.454	1417	-0.29	0.170	0.170	1.468	37
1714	0.050				0.573	0.249	1418	-0.31	0.159	0.159	1.570	36	-0.31	0.158	0.158	1.572	38
1715	0.050				0.573	0.249	36	-0.31	0.158	0.158	1.572	941	-0.31	0.158	0.158	1.575	38
1716	0.050				0.573	0.249	1420	-0.29	0.158	0.158	1.575	1418	-0.31	0.159	0.159	1.570	38
1717	0.050				0.573	0.249	40	-0.29	0.158	0.158	1.572	1420	-0.29	0.158	0.158	1.575	38
1718	0.050				0.573	0.249	1421	-0.31	0.162	0.162	1.541	44	-0.30	0.161	0.161	1.550	6
1719	0.050				0.573	0.249	1422	-0.29	0.160	0.160	1.559	1419	-0.28	0.159	0.159	1.571	6
1720	0.050				0.573	0.249	44	-0.30	0.161	0.161	1.550	1422	-0.29	0.160	0.160	1.559	6
1721	0.050				0.573	0.249	1424	-0.32	0.163	0.163	1.532	1421	-0.31	0.162	0.162	1.541	6
1722	0.050				0.573	0.249	48	-0.34	0.164	0.164	1.519	1424	-0.32	0.163	0.163	1.532	38
1723	0.050				0.573	0.249	940	-0.33	0.165	0.165	1.509	52	-0.31	0.164	0.164	1.519	6
1724	0.050				0.573	0.249	1425	-0.31	0.163	0.163	1.526	1423	-0.35	0.165	0.165	1.512	6
1725	0.050				0.573	0.249	52	-0.31	0.164	0.164	1.518	1425	-0.31	0.163	0.163	1.526	6
1726	0.050				0.591	0.257	953	-0.29	0.173	0.173	1.486	56	-0.29	0.173	0.173	1.483	37
1727	0.050				0.591	0.257	56	-0.29	0.173	0.173	1.483	1426	-0.29	0.174	0.174	1.479	37
1728	0.050				0.591	0.257	954	-0.30	0.177	0.177	1.451	60	-0.30	0.177	0.177	1.449	37
1729	0.050				0.591	0.257	60	-0.30	0.177	0.177	1.449	1427	-0.30	0.178	0.178	1.448	37
1730	0.050				0.591	0.257	1427	-0.30	0.178	0.178	1.448	1428	-0.30	0.179	0.179	1.438	37
1731	0.050				0.591	0.257	1428	-0.30	0.179	0.179	1.439	64	-0.31	0.180	0.180	1.425	40
1732	0.050				0.591	0.257	64	-0.31	0.180	0.180	1.426	955	-0.33	0.182	0.182	1.411	8
1733	0.050				0.573	0.249	1429	-0.32	0.203	0.203	1.227	68	-0.31	0.205	0.205	1.218	8
1734	0.050				0.573	0.249	68	-0.31	0.205	0.205	1.218	943	-0.31	0.206	0.206	1.209	40
1735	0.050				0.573	0.249	1430	-0.27	0.181	0.181	1.379	72	-0.29	0.190	0.190	1.315	40
1736	0.050				0.573	0.249	1431	-0.30	0.198	0.198	1.255	1429	-0.32	0.203	0.203	1.226	40
1737	0.050				0.573	0.249	72	-0.29	0.190	0.190	1.315	1431	-0.30	0.198	0.198	1.255	40
1738	0.050				0.573	0.249	954	-0.30	0.177	0.177	1.407	76	-0.30	0.178	0.178	1.400	37
1739	0.050				0.573	0.249	1432	-0.30	0.179	0.179	1.396	1430	-0.29	0.182	0.182	1.372	37
1740	0.050				0.573	0.249	76	-0.30	0.178	0.178	1.400	1432	-0.30	0.179	0.179	1.394	37
1741	0.050				0.573	0.249	942	-0.34	0.164	0.164	1.517	79	-0.32	0.170	0.170	1.462	6
1742	0.050				0.573	0.249	79	-0.30	0.170	0.170	1.469	954	-0.30	0.177	0.177	1.407	37
1743	0.050				0.573	0.249	1433	-0.35	0.207	0.207	1.203	82	-0.34	0.208	0.208	1.197	40
1744	0.050				0.573	0.249	82	-0.34	0.208	0.208	1.197	944	-0.34	0.209	0.209	1.191	40
1745	0.050				0.573	0.249	1434	-0.39	0.201	0.201	1.239	86	-0.40	0.204	0.204	1.222	8
1746	0.050				0.573	0.249	1435	-0.41	0.207	0.207	1.206	1433	-0.35	0.207	0.207	1.203	8
1747	0.050				0.573	0.249	86	-0.40	0.204	0.204	1.222	1435	-0.41	0.207	0.207	1.206	8
1748	0.050				0.573	0.249	1436	-0.33	0.180	0.180	1.382	90	-0.33	0.181	0.181	1.375	7
1749	0.050				0.573	0.249	90	-0.33	0.181	0.181	1.375	955	-0.33	0.182	0.182	1.368	7
1750	0.050				0.573	0.249	939	-0.33	0.171	0.171	1.458	93	-0.32	0.173	0.173	1.438	38
1751	0.050				0.573	0.249	1437	-0.31	0.175	0.175	1.422	1436	-0.33	0.180	0.180	1.382	7
1752	0.050				0.573	0.249	93	-0.32	0.173	0.173	1.439	1437	-0.31	0.176	0.176	1.418	6
1753	0.050				0.573	0.249	1438	-0.33	0.170	0.170	1.466	97	-0.33	0.170	0.170	1.462	38
1754	0.050				0.573	0.249	97	-0.33	0.170	0.170	1.462	939	-0.33	0.171	0.171	1.458	38
1755	0.050				0.573	0.249	1439	-0.33	0.159	0.159	1.568	100	-0.33	0.163	0.163	1.530	38
1756	0.050				0.573	0.249	1440	-0.33	0.167	0.167	1.495	1438	-0.33	0.170	0.170	1.466	38
1757	0.050				0.573	0.249	931	-0.33	0.156	0.156	1.597	104	-0.34	0.157	0.157	1.591	38
1758	0.050				0.573	0.249	104	-0.34	0.157	0.157	1.591	1441	-0.35	0.157	0.157	1.585	38
1759	0.050				0.573	0.249	1441	-0.35	0.157	0.157	1.585	1442	-0.33	0.157	0.157	1.590	38
1760	0.050				0.573	0.249	1442	-0.33	0.157	0.157							

## I STRALCIO – MUNICIPIO:

## RELAZIONE GEOTECNICA

1794	0.050				0.573	0.249	160	-0.36	0.158	0.158	1.576	162	-0.37	0.158	0.158	1.573	38
1795	0.050				0.573	0.249	162	-0.37	0.158	0.158	1.573	167	-0.39	0.159	0.159	1.565	38
1796	0.050				0.573	0.249	167	-0.39	0.159	0.159	1.565	165	-0.39	0.159	0.159	1.564	38
1797	0.050				0.573	0.249	165	-0.39	0.159	0.159	1.564	950	-0.39	0.159	0.159	1.564	38
1798	0.050				0.573	0.249	1455	-0.33	0.174	0.174	1.428	170	-0.32	0.175	0.175	1.427	37
1799	0.050				0.573	0.249	170	-0.32	0.175	0.175	1.427	961	-0.32	0.175	0.175	1.424	37
1800	0.050				0.573	0.249	1456	-0.45	0.173	0.173	1.436	174	-0.46	0.176	0.176	1.419	8
1801	0.050				0.573	0.249	1457	-0.46	0.178	0.178	1.402	1455	-0.31	0.174	0.174	1.435	8
1802	0.050				0.573	0.249	174	-0.46	0.176	0.176	1.419	1457	-0.46	0.178	0.178	1.402	8
1803	0.050				0.591	0.257	178	-0.29	0.174	0.174	1.473	961	-0.32	0.175	0.175	1.468	37
1804	0.050				0.573	0.249	1458	-0.29	0.195	0.195	1.279	181	-0.29	0.195	0.195	1.278	40
1805	0.050				0.573	0.249	181	-0.29	0.195	0.195	1.278	952	-0.29	0.195	0.195	1.276	40
1806	0.050				0.573	0.249	1459	-0.29	0.192	0.192	1.300	184	-0.25	0.192	0.192	1.296	40
1807	0.050				0.573	0.249	1460	-0.29	0.193	0.193	1.292	1458	-0.29	0.195	0.195	1.299	40
1808	0.050				0.573	0.249	184	-0.29	0.192	0.192	1.296	1460	-0.26	0.193	0.193	1.292	40
1809	0.050				0.573	0.249	1461	-0.30	0.193	0.193	1.286	188	-0.27	0.192	0.192	1.296	40
1810	0.050				0.573	0.249	1462	-0.29	0.191	0.191	1.303	1459	-0.25	0.192	0.192	1.300	40
1811	0.050				0.573	0.249	188	-0.29	0.192	0.192	1.296	1462	-0.25	0.191	0.191	1.303	40
1812	0.050				0.573	0.249	951	-0.37	0.196	0.196	1.273	192	-0.36	0.196	0.196	1.272	40
1813	0.050				0.573	0.249	1463	-0.35	0.196	0.196	1.273	1461	-0.30	0.193	0.193	1.289	40
1814	0.050				0.573	0.249	192	-0.36	0.196	0.196	1.272	196	-0.35	0.196	0.196	1.273	40
1815	0.050				0.573	0.249	950	-0.37	0.176	0.176	1.417	966	-0.37	0.179	0.179	1.393	37
1816	0.050				0.573	0.249	956	-0.37	0.179	0.179	1.393	964	-0.37	0.182	0.182	1.371	37
1817	0.050				0.573	0.249	956	-0.32	0.158	0.158	1.576	250	-0.31	0.158	0.158	1.575	1
1818	0.050				0.573	0.249	250	-0.31	0.158	0.158	1.575	1464	-0.31	0.158	0.158	1.575	6
1819	0.050				0.573	0.249	1464	-0.31	0.158	0.158	1.575	1465	-0.26	0.159	0.159	1.573	6
1820	0.050				0.573	0.249	1465	-0.31	0.159	0.159	1.572	254	-0.26	0.164	0.164	1.561	6
1821	0.050				0.573	0.249	254	-0.25	0.163	0.163	1.524	1466	-0.26	0.168	0.168	1.521	5
1822	0.050				0.573	0.249	1466	-0.25	0.163	0.163	1.482	1467	-0.29	0.174	0.174	1.434	37
1823	0.050				0.573	0.249	1467	-0.29	0.174	0.174	1.434	258	-0.29	0.174	0.174	1.431	37
1824	0.050				0.573	0.249	258	-0.29	0.174	0.174	1.431	957	-0.29	0.174	0.174	1.428	37
1825	0.050				0.573	0.249	1468	-0.35	0.188	0.188	1.328	442	-0.37	0.194	0.194	1.282	8
1826	0.050				0.573	0.249	442	-0.37	0.194	0.194	1.328	1434	-0.39	0.201	0.201	1.239	8
1827	0.050				0.573	0.249	955	-0.33	0.182	0.182	1.368	448	-0.34	0.185	0.185	1.348	8
1828	0.050				0.573	0.249	448	-0.34	0.185	0.185	1.368	1468	-0.35	0.188	0.188	1.328	8
1829	0.050				0.573	0.249	952	-0.29	0.195	0.195	1.276	481	-0.29	0.195	0.195	1.246	40
1830	0.050				0.573	0.249	481	-0.29	0.185	0.185	1.346	958	-0.29	0.175	0.175	1.422	37
1831	0.050				0.573	0.249	958	-0.29	0.175	0.175	1.422	488	-0.29	0.174	0.174	1.432	37
1832	0.050				0.573	0.249	488	-0.29	0.174	0.174	1.432	948	-0.29	0.173	0.173	1.441	37
1833	0.050				0.573	0.249	934	-0.24	0.160	0.160	1.561	493	-0.23	0.162	0.162	1.534	38
1834	0.050				0.573	0.249	493	-0.23	0.162	0.162	1.561	1469	-0.23	0.165	0.165	1.509	38
1835	0.050				0.573	0.249	1469	-0.22	0.165	0.165	1.510	1470	-0.21	0.168	0.168	1.487	6
1836	0.050				0.573	0.249	1470	-0.21	0.168	0.168	1.487	496	-0.21	0.169	0.169	1.476	6
1837	0.050				0.573	0.249	496	-0.21	0.169	0.169	1.476	935	-0.21	0.170	0.170	1.465	7
1838	0.050				0.573	0.249	511	-0.33	0.157	0.157	1.582	1439	-0.33	0.159	0.159	1.568	38
1839	0.050				0.573	0.249	1417	-0.29	0.170	0.170	1.468	519	-0.29	0.166	0.166	1.501	37
1840	0.050				0.573	0.249	519	-0.29	0.166	0.166	1.501	1471	-0.29	0.162	0.162	1.536	37
1841	0.050				0.573	0.249	1471	-0.29	0.162	0.162	1.536	1472	-0.29	0.159	0.159	1.567	37
1842	0.050				0.573	0.249	1472	-0.31	0.160	0.160	1.559	522	-0.31	0.159	0.159	1.567	38
1843	0.050				0.573	0.249	522	-0.31	0.159	0.159	1.567	949	-0.31	0.158	0.158	1.575	38
1844	0.050				0.591	0.257	961	-0.32	0.175	0.175	1.468	532	-0.35	0.176	0.176	1.464	37
1845	0.050				0.591	0.257	532	-0.35	0.176	0.176	1.464	959	-0.37	0.176	0.176	1.459	37
1846	0.050				0.591	0.257	655	-0.29	0.175	0.175	1.472	1473	-0.29	0.175	0.175	1.464	37
1847	0.050				0.591	0.257	1473	-0.29	0.175	0.175	1.464	1474	-0.29	0.176	0.176	1.461	37
1848	0.050				0.591	0.257	1474	-0.29	0.176	0.176	1.461	658	-0.30	0.177	0.177	1.456	37
1849	0.050				0.591	0.257	658	-0.30	0.177	0.177	1.456	954	-0.30	0.177	0.177	1.451	37
1850	0.050				0.573	0.249	950	-0.39	0.159	0.159	1.564	669	-0.38	0.166	0.166	1.503	38
1851	0.050				0.573	0.249	669	-0.38	0.166	0.166	1.504	1475	-0.38	0.172	0.172	1.445	37
1852	0.050				0.573	0.249	960	-0.47	0.165	0.165	1.511	707	-0.46	0.169	0.169	1.473	6
1853	0.050				0.573	0.249	707	-0.45	0.169	0.169	1.477	1456	-0.45	0.174	0.174	1.435	5
1854	0.050				0.573	0.249	1476	-0.40	0.159	0.159	1.563	712	-0.40	0.159	0.159	1.563	38
1855	0.050				0.573	0.249	712	-0.40	0.159	0.159	1.563	950	-0.39	0.159	0.159	1.564	38
1856	0.050				0.573	0.249	1477	-0.34	0.155	0.155	1.610	715	-0.34	0.155	0.155	1.603	38
1857	0.050				0.573	0.249	1478	-0.34	0.156	0.156	1.596	1476	-0.40	0.159	0.159	1.563	38
1858	0.050				0.573	0.249	715	-0.34	0.155	0.155	1.603	1478	-0.34	0.156	0.156	1.596	38
1859	0.050				0.573	0.249	967	-0.41	0.157	0.157	1.584	719	-0.39	0.157	0.157	1.587	38
1860	0.050				0.573	0.249	1479	-0.38	0.157	0.157	1.591	1477	-0.34	0.155	0.155	1.610	38
1861	0.050				0.573	0.249	719	-0.39	0.157	0.157	1.587	1479	-0.38	0.157	0.157	1.591	38
1862	0.050				0.573	0.249	1480	-0.39	0.171	0.171	1.456	723	-0.40	0.164	0.164	1.517	38
1863	0.050				0.573	0.249	723	-0.40	0.164	0.164	1.517	967	-0.41	0.157	0.157	1.584	38
1864	0.050				0.573	0.249	1481	-0.37	0.194	0.194	1.285	726	-0.39	0.195	0.195	1.280	40
1865	0.050				0.573	0.249	726	-0.39	0.195	0.195	1.280	966	-0.41	0.195	0.195	1.276	40
1866	0.050				0.573	0.249	1482	-0.33	0.193	0.193	1.292	730	-0.33	0.193	0.193	1.291	4
1867	0.050				0.573	0.249	1483	-0.34	0.193	0.193	1.291	1481	-0.37	0.194	0.194	1.285	4
1868	0.050				0.573	0.249	730	-0.33	0.193	0.193	1.291	1483	-0.34	0.193	0.193	1.291	4
1869	0.050				0.573	0.249	951	-0.37	0.196	0.196	1.271	734	-0.38	0.196	0.196	1.271	40
1870	0.050				0.573	0.249	1484	-0.38	0.196	0.196	1.270	1482	-0.33	0.193	0.193	1.292	40
1871	0.050				0.573	0.249	734	-0.38	0.196	0.196	1.271	1484	-0.38	0.196	0.196	1.270	40
1872	0.050				0.573	0.249	1485	-0.32	0.178	0.178	1.396	737	-0.34	0.179	0.179	1.394	4
1873	0.050																



PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO – CUP:G38J18000010001- CIG:867740879B - CPV: 71221000-3.

I STRALCIO – MUNICIPIO:
 RELAZIONE GEOTECNICA

1911	0.050				0.573	0.249	931	-0.33	0.156	0.156	1.597	1494	-0.33	0.156	0.156	1.595	38
1912	0.050				0.573	0.249	1494	-0.33	0.156	0.156	1.595	511	-0.33	0.157	0.157	1.582	38
1914	0.050				0.591	0.257	983	-0.16	0.142	0.142	1.805	1495	-0.16	0.142	0.142	1.808	39
1915	0.050				0.591	0.257	1495	-0.16	0.142	0.142	1.808	984	-0.16	0.142	0.142	1.809	39
1917	0.050				0.591	0.257	991	-0.16	0.142	0.142	1.809	1496	-0.16	0.142	0.142	1.810	39
1918	0.050				0.591	0.257	1496	-0.16	0.142	0.142	1.810	988	-0.16	0.142	0.142	1.815	39
1919	0.050				0.591	0.257	985	-0.15	0.140	0.140	1.831	1039	-0.14	0.139	0.139	1.843	39
1920	0.050				0.591	0.257	1039	-0.14	0.139	0.139	1.843	986	-0.13	0.139	0.139	1.855	38
1921	0.050				0.591	0.257	987	-0.12	0.137	0.137	1.870	1044	-0.12	0.137	0.137	1.874	38
1922	0.050				0.591	0.257	1044	-0.12	0.137	0.137	1.874	989	-0.12	0.137	0.137	1.878	37
1924	0.050				0.573	0.249	989	-0.12	0.137	0.137	1.821	1497	-0.13	0.137	0.137	1.825	37
1925	0.050				0.573	0.249	1497	-0.13	0.137	0.137	1.825	990	-0.12	0.135	0.135	1.852	37
1994	0.050				0.573	0.249	100	-0.33	0.163	0.163	1.530	940	-0.33	0.165	0.165	1.509	38
1995	0.050				0.573	0.249	940	-0.33	0.165	0.165	1.509	1440	-0.33	0.167	0.167	1.495	38
1996	0.050				0.591	0.257	1410	-0.31	0.205	0.205	1.251	943	-0.31	0.206	0.206	1.247	8
1997	0.050				0.591	0.257	943	-0.31	0.206	0.206	1.247	13	-0.32	0.206	0.206	1.245	40
1998	0.050				0.573	0.249	1423	-0.35	0.165	0.165	1.512	942	-0.34	0.164	0.164	1.517	6
1999	0.050				0.573	0.249	942	-0.34	0.164	0.164	1.517	48	-0.34	0.164	0.164	1.519	6
2000	0.050				0.591	0.257	9	-0.34	0.209	0.209	1.230	944	-0.34	0.209	0.209	1.229	8
2001	0.050				0.591	0.257	944	-0.34	0.209	0.209	1.229	1409	-0.33	0.209	0.209	1.228	8
2002	0.050				0.573	0.249	1452	-0.31	0.158	0.158	1.581	956	-0.32	0.158	0.158	1.576	6
2003	0.050				0.573	0.249	956	-0.32	0.158	0.158	1.576	150	-0.34	0.159	0.159	1.568	6
2004	0.050				0.591	0.257	958	-0.29	0.174	0.174	1.467	957	-0.29	0.174	0.174	1.473	37
2005	0.050				0.591	0.257	957	-0.29	0.174	0.174	1.473	178	-0.29	0.174	0.174	1.473	37
2006	0.050				0.573	0.249	157	-0.48	0.165	0.165	1.509	960	-0.47	0.165	0.165	1.511	6
2007	0.050				0.573	0.249	960	-0.47	0.165	0.165	1.511	155	-0.47	0.165	0.165	1.514	6
2008	0.050				0.591	0.257	1414	-0.28	0.201	0.201	1.279	977	-0.28	0.201	0.201	1.278	40
2009	0.050				0.591	0.257	977	-0.28	0.201	0.201	1.278	21	-0.28	0.201	0.201	1.278	40
2010	0.050				0.591	0.257	1426	-0.29	0.174	0.174	1.479	975	-0.29	0.174	0.174	1.474	37
2011	0.050				0.591	0.257	975	-0.29	0.174	0.174	1.474	655	-0.29	0.175	0.175	1.472	37
2012	0.050				0.573	0.249	1419	-0.28	0.159	0.159	1.571	976	-0.28	0.158	0.158	1.573	6
2013	0.050				0.573	0.249	976	-0.29	0.158	0.158	1.572	40	-0.29	0.158	0.158	1.572	38

VERIFICA DI SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (§6.4.2.1) [ SLV ] (CCC ID 40)  
 (Analisi Statica Lineare NON Sismica: Involuppo CCC SLU)

Condizioni drenate  
 Angolo di attrito terreno-struttura (°): 25.0

Direz.	F.orizz.tot. (kN)	F.vert.tot. (kN)	A (m²)	R (kN)	Ed (kN)	Rd (kN)	C.Sic.
X	0.01	32075.38	219.83	14957.00	0.01	13597.27	>> 1
Y	281.19	32075.38	219.83	14957.00	281.19	13597.27	>> 1

VERIFICHE PER STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO (§6.4.2.1, §7.2.5) [ SLV ] - VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO  
 C.Sic: 0.906 (Analisi Sismica Dinamica Modale)

N. asta	K Wink. (N/mm³)	e (m)	V (kN)	H	q,lim (N/mm²)	Rd	Nodo i	sZ,i (mm)	sT,i (N/mm²)	Ed,i	C.Sic. i	Nodo j	sZ,j (mm)	sT,j (N/mm²)	Ed,j	C.Sic. j
1013	0.050				0.573	0.249	978	-0.75	0.142	0.157	1.592	979	-0.55	0.131	0.144	1.725
1014	0.050				0.573	0.249	986	-0.17	0.108	0.119	2.089	987	-0.10	0.105	0.115	2.162
1015	0.050				0.573	0.249	980	-0.50	0.128	0.141	1.763	981	-0.42	0.124	0.136	1.829
1016	0.050				0.573	0.249	982	-0.31	0.118	0.130	1.918	983	-0.22	0.113	0.124	2.008
1017	0.050				0.573	0.249	988	-0.22	0.112	0.124	2.017	985	-0.25	0.113	0.124	2.005
1020	0.050				0.573	0.249	994	-0.19	0.112	0.123	2.023	967	-0.91	0.149	0.164	1.520
1021	0.050				0.573	0.249	995	-0.16	0.139	0.153	1.633	966	-0.78	0.171	0.188	1.325
1022	0.050				0.573	0.249	996	-0.09	0.125	0.137	1.817	965	-0.48	0.145	0.160	1.560
1023	0.050				0.573	0.249	990	-0.93	0.144	0.158	1.577	997	-0.23	0.108	0.118	2.105
1693	0.050				0.591	0.257	1405	-1.32	0.214	0.236	1.091	1	-1.33	0.215	0.236	1.087
1694	0.050				0.591	0.257	1	-1.33	0.215	0.236	1.087	946	-1.34	0.216	0.237	1.083
1695	0.050				0.591	0.257	1406	-1.51	0.222	0.244	1.051	5	-1.45	0.219	0.241	1.065
1696	0.050				0.591	0.257	1407	-1.38	0.216	0.238	1.080	1405	-1.32	0.214	0.236	1.091
1697	0.050				0.591	0.257	5	-1.45	0.219	0.241	1.065	1407	-1.38	0.216	0.238	1.080
1698	0.050				0.591	0.257	1408	-1.54	0.223	0.245	1.049	9	-1.57	0.224	0.247	1.042
1699	0.050				0.591	0.257	1409	-1.59	0.226	0.248	1.035	1406	-1.51	0.222	0.244	1.051
1700	0.050				0.591	0.257	1411	-1.35	0.212	0.233	1.102	1408	-1.54	0.223	0.245	1.049
1701	0.050				0.591	0.257	13	-1.23	0.206	0.226	1.135	1411	-1.35	0.212	0.233	1.102
1702	0.050				0.591	0.257	1412	-0.65	0.175	0.192	1.335	17	-0.75	0.181	0.199	1.292
1703	0.050				0.591	0.257	1413	-0.87	0.187	0.205	1.252	1410	-1.12	0.200	0.220	1.167
1704	0.050				0.591	0.257	17	-0.75	0.181	0.199	1.292	1413	-0.87	0.187	0.205	1.252
1705	0.050				0.591	0.257	1415	-0.44	0.164	0.180	1.424	1412	-0.65	0.175	0.192	1.335
1706	0.050				0.591	0.257	21	-0.36	0.160	0.176	1.461	1415	-0.44	0.164	0.180	1.424
1707	0.050				0.591	0.257	945	-0.19	0.150	0.165	1.560	25	-0.19	0.150	0.165	1.557
1708	0.050				0.591	0.257	1416	-0.19	0.150	0.165	1.553	1414	-0.29	0.156	0.171	1.499
1709	0.050				0.591	0.257	25	-0.19	0.150	0.165	1.557	1416	-0.19	0.150	0.165	1.553
1710	0.050				0.573	0.249	947	-0.19	0.150	0.165	1.512	29	-0.19	0.148	0.163	1.530
1711	0.050				0.573	0.249	29	-0.19	0.148	0.163	1.530	952	-0.20	0.146	0.161	1.548
1712	0.050				0.573	0.249	948	-0.22	0.131	0.144	1.732	32	-0.22	0.130	0.143	1.748
1713	0.050				0.573	0.249	32	-0.22	0.130	0.143	1.748	1417	-0.22	0.128	0.141	1.764
1714	0.050				0.573	0.249	1418	-0.51	0.134	0.147	1.692	36	-0.51	0.134	0.147	1.694
1715	0.050				0.573	0.249	36	-0.51	0.134	0.147	1.694	941	-0.51	0.133	0.147	1.697
1716	0.050				0.573	0.249	1420	-0.41	0.130	0.143	1.747	1418	-0.51	0.134	0.147	1.692
1717	0.050				0.573	0.249	40	-0.26	0.122	0.135	1.851	1420	-0.41	0.130	0.143	1.747
1718	0.050				0.573	0.249	1421	-0.81	0.151	0.166	1.496	44	-0.80	0.150	0.165	1.506
1719	0.050				0.573	0.249	1422	-0.79	0.149	0.164	1.515	1419	-0.24	0.122	0.134	1.862
1720	0.050				0.573	0.249	44	-0.80	0.150	0.165	1.506	1422	-0.79	0.149	0.164	1.515
1721	0.050				0.573	0.249	1424	-1.09	0.166	0.182	1.368	1421	-0.81	0.151	0.166	1.496
1722	0.050				0.573	0.249	48	-1.13	0.168	0.185	1.349	1424	-1.09	0.166	0.182	1.368
1723	0.050				0.573	0.249	940	-1.16	0.171	0.188	1.326	52	-1.04	0.165	0.181	1.376
1724	0.050				0.573	0.249	1425	-0.93	0.159	0.175	1.425	1423	-1.15	0.170	0.187	1.335
1725	0.050				0.573	0.249	52	-1.04	0.165	0.181	1.376	1425	-0.93	0.159	0.175	1.425
1726	0.050				0.591	0.257	953	-0.22	0.131	0.144	1.786	56	-0.22	0.131	0.144	1.782
1727	0.050				0.591	0.257	56	-0.22	0.131	0.144	1.782	1426	-0.22	0.131	0.145	1.777
1728	0.050				0.591	0.257	954	-0.34	0.140	0.154	1.666	60	-0.35	0.141	0.155	1.662
1729	0.050				0.591	0.257	60	-0.35	0.141	0.155	1.662	1427	-0.35	0.141	0.155	1.657
1730	0.050				0.591	0.257	1427	-0.35	0.141	0.155	1.657	1428	-0.22	0.135	0.149	1.727
1731	0.050				0.591	0.257	1428	-0.22	0.135	0.149	1.727	64	-0.21	0.136	0.149	1.723
1732	0.050				0.591	0.257	64	-0.21	0.136	0.149	1.723	955	-0.55	0.153	0.169	1.523
1733	0.050				0.573	0.249	1429	-1.27	0.205	0.226	1.103	68	-1.23	0.204	0.225	1.108
1734	0.050				0.573	0.249	68	-1.23	0.204	0.225	1.108	943	-1.19	0.204	0.224	1.111
1735	0.050				0.573	0.249	1430	-0.35	0.144	0.158	1.573	72	-0.44	0.155	0.170	1.465
1736	0.050				0.573	0.249	1431	-1.05	0.192	0.211	1.182	1429	-1.27	0.205	0.226	1.103

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO – CUP:G38J18000010001- CIG:867740879B - CPV: 71221000-3.

I STRALCIO – MUNICIPIO:

RELAZIONE GEOTECNICA

1737	0.050			0.573	0.249	72	-0.44	0.155	0.170	1.465	1431	-1.05	0.192	0.211	1.182
1738	0.050			0.573	0.249	954	-0.34	0.140	0.154	1.615	76	-0.33	0.140	0.154	1.618
1739	0.050			0.573	0.249	1432	-0.32	0.140	0.154	1.613	1430	-0.35	0.144	0.158	1.573
1740	0.050			0.573	0.249	76	-0.33	0.140	0.154	1.618	1432	-0.32	0.140	0.154	1.613
1741	0.050			0.573	0.249	942	-1.13	0.168	0.185	1.345	79	-0.67	0.151	0.166	1.501
1742	0.050			0.573	0.249	79	-0.67	0.151	0.166	1.501	954	-0.34	0.140	0.154	1.615
*1743	0.050			0.573	0.249	1433	-1.70	0.229	0.252	0.990	82	-1.64	0.227	0.249	0.999
*1744	0.050			0.573	0.249	82	-1.64	0.227	0.249	0.999	944	-1.58	0.225	0.247	1.008
*1745	0.050			0.573	0.249	1434	-1.77	0.226	0.249	1.001	86	-1.97	0.238	0.262	0.951
*1746	0.050			0.573	0.249	1435	-2.18	0.250	0.275	0.906	1433	-1.70	0.229	0.252	0.990
*1747	0.050			0.573	0.249	86	-1.97	0.238	0.262	0.951	1435	-2.18	0.250	0.275	0.906
1748	0.050			0.573	0.249	1436	-0.52	0.151	0.166	1.503	90	-0.53	0.152	0.167	1.493
1749	0.050			0.573	0.249	90	-0.53	0.152	0.167	1.493	955	-0.55	0.153	0.169	1.477
1750	0.050			0.573	0.249	939	-0.74	0.154	0.170	1.469	93	-0.60	0.149	0.164	1.517
1751	0.050			0.573	0.249	1437	-0.46	0.145	0.159	1.567	1436	-0.52	0.151	0.166	1.503
1752	0.050			0.573	0.249	93	-0.46	0.149	0.164	1.517	1437	-0.46	0.145	0.159	1.567
1753	0.050			0.573	0.249	1438	-0.78	0.156	0.171	1.456	97	-0.76	0.155	0.170	1.462
1754	0.050			0.573	0.249	97	-0.78	0.155	0.170	1.462	939	-0.74	0.154	0.170	1.469
1755	0.050			0.573	0.249	1439	-1.86	0.201	0.222	1.125	100	-1.42	0.182	0.201	1.242
1756	0.050			0.573	0.249	1440	-0.99	0.163	0.180	1.387	1438	-0.78	0.156	0.171	1.456
1757	0.050			0.573	0.249	931	-2.19	0.216	0.237	1.051	104	-2.22	0.217	0.239	1.043
1758	0.050			0.573	0.249	104	-2.22	0.217	0.239	1.043	1441	-2.24	0.219	0.241	1.036
1759	0.050			0.573	0.249	1441	-2.24	0.219	0.241	1.036	1442	-1.74	0.194	0.213	1.168
1760	0.050			0.573	0.249	1442	-1.74	0.194	0.213	1.168	108	-1.63	0.189	0.207	1.201
1761	0.050			0.573	0.249	108	-1.63	0.189	0.207	1.201	1443	-1.53	0.183	0.202	1.235
1762	0.050			0.573	0.249	1443	-1.53	0.183	0.202	1.235	1444	-1.64	0.189	0.208	1.196
1763	0.050			0.573	0.249	1444	-1.64	0.189	0.208	1.196	112	-1.63	0.189	0.208	1.198
1764	0.050			0.573	0.249	112	-1.63	0.189	0.208	1.198	933	-1.62	0.189	0.208	1.200
1765	0.050			0.591	0.257	934	-1.22	0.174	0.191	1.346	116	-1.39	0.180	0.198	1.299
1766	0.050			0.591	0.257	116	-1.22	0.180	0.198	1.299	933	-1.62	0.189	0.208	1.238
1767	0.050			0.573	0.249	935	-0.96	0.169	0.186	1.337	119	-0.80	0.159	0.175	1.422
1768	0.050			0.573	0.249	119	-0.80	0.159	0.175	1.422	939	-0.74	0.154	0.170	1.469
1769	0.050			0.591	0.257	937	-1.39	0.183	0.202	1.275	122	-1.30	0.178	0.196	1.310
1770	0.050			0.591	0.257	122	-1.30	0.178	0.196	1.310	934	-1.22	0.174	0.191	1.346
1771	0.050			0.591	0.257	1445	-1.29	0.181	0.199	1.292	125	-1.34	0.182	0.200	1.283
1772	0.050			0.591	0.257	125	-1.34	0.182	0.200	1.292	937	-1.39	0.183	0.202	1.275
1773	0.050			0.591	0.257	1446	-1.11	0.178	0.195	1.314	128	-1.14	0.178	0.196	1.313
1774	0.050			0.591	0.257	1447	-1.19	0.179	0.197	1.308	1445	-1.29	0.181	0.199	1.292
1775	0.050			0.591	0.257	128	-1.14	0.178	0.196	1.313	1447	-1.19	0.179	0.197	1.308
1776	0.050			0.591	0.257	938	-1.04	0.180	0.198	1.300	132	-1.06	0.179	0.197	1.303
1777	0.050			0.591	0.257	1448	-1.08	0.179	0.197	1.305	1446	-1.11	0.178	0.195	1.314
1778	0.050			0.591	0.257	132	-1.08	0.179	0.197	1.303	1448	-1.08	0.179	0.197	1.305
1779	0.050			0.591	0.257	936	-0.80	0.166	0.182	1.408	136	-0.92	0.173	0.190	1.352
1780	0.050			0.591	0.257	136	-0.80	0.166	0.182	1.408	938	-1.04	0.180	0.198	1.300
1781	0.050			0.573	0.249	935	-0.96	0.169	0.186	1.337	139	-0.84	0.166	0.183	1.363
1782	0.050			0.573	0.249	139	-0.84	0.166	0.183	1.337	936	-0.80	0.166	0.183	1.365
1783	0.050			0.591	0.257	1449	-0.65	0.167	0.184	1.395	142	-0.66	0.166	0.183	1.406
1784	0.050			0.591	0.257	1450	-0.67	0.165	0.182	1.413	936	-0.80	0.166	0.182	1.408
1785	0.050			0.591	0.257	142	-0.66	0.166	0.183	1.406	1450	-0.67	0.165	0.182	1.413
1786	0.050			0.573	0.249	949	-0.51	0.133	0.147	1.697	146	-0.51	0.133	0.147	1.698
1787	0.050			0.573	0.249	146	-0.51	0.133	0.147	1.698	1451	-0.51	0.133	0.147	1.699
1788	0.050			0.573	0.249	1451	-0.51	0.133	0.147	1.699	1452	-0.54	0.135	0.148	1.681
1789	0.050			0.573	0.249	150	-0.60	0.137	0.151	1.650	152	-0.66	0.140	0.155	1.612
1790	0.050			0.573	0.249	152	-0.66	0.140	0.155	1.612	153	-0.84	0.149	0.164	1.520
1791	0.050			0.573	0.249	153	-0.85	0.149	0.164	1.517	1453	-0.86	0.150	0.165	1.514
1792	0.050			0.573	0.249	1453	-0.86	0.150	0.165	1.514	1454	-0.85	0.149	0.163	1.525
1793	0.050			0.573	0.249	1454	-0.85	0.149	0.163	1.525	160	-0.86	0.149	0.164	1.519
1794	0.050			0.573	0.249	160	-0.86	0.149	0.164	1.519	162	-0.88	0.150	0.165	1.513
1795	0.050			0.573	0.249	162	-0.88	0.150	0.165	1.513	167	-0.95	0.153	0.168	1.480
1796	0.050			0.573	0.249	167	-0.95	0.153	0.168	1.480	165	-0.97	0.154	0.170	1.469
1797	0.050			0.573	0.249	165	-0.97	0.154	0.170	1.469	950	-1.00	0.155	0.171	1.457
1798	0.050			0.573	0.249	1455	-0.40	0.140	0.153	1.624	170	-0.41	0.140	0.154	1.614
1799	0.050			0.573	0.249	170	-0.41	0.140	0.154	1.614	961	-0.41	0.141	0.155	1.609
1800	0.050			0.573	0.249	1456	-0.32	0.130	0.143	1.741	174	-0.32	0.132	0.145	1.719
1801	0.050			0.573	0.249	1457	-0.38	0.136	0.150	1.664	1455	-0.40	0.140	0.153	1.624
1802	0.050			0.573	0.249	174	-0.32	0.132	0.145	1.719	1457	-0.38	0.136	0.150	1.664
1803	0.050			0.591	0.257	178	-0.22	0.146	0.161	1.768	961	-0.41	0.141	0.155	1.659
1804	0.050			0.573	0.249	1458	-0.20	0.146	0.161	1.552	181	-0.20	0.146	0.161	1.550
1805	0.050			0.573	0.249	181	-0.20	0.146	0.161	1.550	952	-0.20	0.146	0.161	1.548
1806	0.050			0.573	0.249	1459	-0.18	0.145	0.159	1.564	184	-0.18	0.145	0.159	1.565
1807	0.050			0.573	0.249	1460	-0.17	0.144	0.159	1.568	1458	-0.20	0.146	0.161	1.552
1808	0.050			0.573	0.249	184	-0.18	0.145	0.159	1.565	1460	-0.17	0.144	0.159	1.568
1809	0.050			0.573	0.249	1461	-0.55	0.162	0.176	1.395	188	-0.42	0.156	0.172	1.451
1810	0.050			0.573	0.249	1462	-0.55	0.162	0.176	1.395	1459	-0.18	0.145	0.159	1.564
1811	0.050			0.573	0.249	188	-0.42	0.156	0.172	1.451	1462	-0.29	0.150	0.165	1.510
1812	0.050			0.573	0.249	951	-0.85	0.177	0.194	1.282	192	-0.77	0.173	0.190	1.311
1813	0.050			0.573	0.249	1463	-0.69	0.169	0.186	1.341	1461	-0.55	0.162	0.179	1.395
1814	0.050			0.573	0.249	192	-0.69	0.169	0.186	1.311	1463	-0.69	0.169	0.186	1.341
1815	0.050			0.573	0.249	955	-0.82	0.180	0.197	1.414	196	-0.81	0.162	0.178	1.379
1816	0.050			0.573	0.249	196	-0.82	0.180	0.197	1.414	964	-0.82	0.164	0.181	1.378
1817	0.050			0.573	0.249	1464	-0.35	0.136	0.149	1.667	250	-0.34	0.135	0.148	1.679
1818	0.050			0.573	0.249	250	-0.35	0.136	0.149	1.667	1464	-0.32	0.134	0.147	1.690
1819	0.050			0.573	0.249	1465	-0.40	0.140	0.147	1.690	1465	-0.40</			



PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO – CUP:G38J18000010001- CIG:867740879B - CPV: 71221000-3.

I STRALCIO – MUNICIPIO:
 RELAZIONE GEOTECNICA

1853	0.050			0.573	0.249	707	-0.51	0.136	0.150	1.666	1456	-0.32	0.130	0.143	1.741
1854	0.050			0.573	0.249	1476	-1.05	0.158	0.174	1.434	712	-1.02	0.157	0.172	1.445
1855	0.050			0.573	0.249	712	-1.02	0.157	0.172	1.445	950	-1.00	0.155	0.171	1.457
1856	0.050			0.573	0.249	1477	-0.72	0.140	0.154	1.617	715	-0.65	0.137	0.151	1.451
1857	0.050			0.573	0.249	1478	-0.68	0.139	0.153	1.632	1476	-1.05	0.158	0.174	1.434
1858	0.050			0.573	0.249	715	-0.65	0.137	0.151	1.651	1478	-0.68	0.139	0.153	1.632
1859	0.050			0.573	0.249	967	-0.91	0.149	0.164	1.520	719	-0.87	0.147	0.162	1.538
1860	0.050			0.573	0.249	1479	-0.83	0.145	0.160	1.557	1477	-0.72	0.140	0.154	1.617
1861	0.050			0.573	0.249	719	-0.87	0.147	0.162	1.538	1479	-0.83	0.145	0.160	1.557
1862	0.050			0.573	0.249	1480	-0.56	0.143	0.157	1.589	723	-0.71	0.144	0.159	1.568
1863	0.050			0.573	0.249	723	-0.71	0.144	0.159	1.568	967	-0.91	0.149	0.164	1.520
1864	0.050			0.573	0.249	1481	-0.78	0.142	0.189	1.320	726	-0.72	0.168	0.185	1.347
1865	0.050			0.573	0.249	726	-0.72	0.168	0.185	1.347	966	-0.78	0.171	0.188	1.325
1866	0.050			0.573	0.249	1482	-0.54	0.160	0.176	1.413	730	-0.54	0.160	0.176	1.414
1867	0.050			0.573	0.249	1483	-0.60	0.163	0.179	1.390	1481	-0.78	0.172	0.189	1.320
1868	0.050			0.573	0.249	730	-0.54	0.160	0.176	1.414	1483	-0.60	0.163	0.179	1.390
1869	0.050			0.573	0.249	951	-0.85	0.177	0.194	1.282	734	-0.88	0.178	0.196	1.274
1870	0.050			0.573	0.249	1484	-0.90	0.179	0.197	1.266	1482	-0.54	0.160	0.176	1.413
1871	0.050			0.573	0.249	734	-0.88	0.178	0.196	1.274	1484	-0.90	0.179	0.197	1.266
1872	0.050			0.573	0.249	1485	-0.82	0.164	0.180	1.384	737	-0.29	0.137	0.150	1.659
1873	0.050			0.573	0.249	737	-0.29	0.137	0.150	1.659	965	-0.48	0.145	0.160	1.560
1874	0.050			0.573	0.249	964	-0.82	0.164	0.181	1.378	741	-0.81	0.164	0.180	1.381
1875	0.050			0.573	0.249	1486	-0.77	0.162	0.178	1.399	1485	-0.82	0.164	0.180	1.384
1876	0.050			0.573	0.249	741	-0.81	0.164	0.180	1.381	1486	-0.77	0.162	0.178	1.399
1877	0.050			0.573	0.249	964	-0.82	0.164	0.181	1.378	744	-0.84	0.171	0.188	1.328
1878	0.050			0.573	0.249	744	-0.84	0.171	0.188	1.328	951	-0.85	0.177	0.194	1.282
1879	0.050			0.573	0.249	966	-0.78	0.171	0.188	1.325	746	-0.55	0.154	0.169	1.473
1880	0.050			0.573	0.249	746	-0.55	0.154	0.169	1.473	965	-0.48	0.145	0.160	1.560
1881	0.050			0.573	0.249	965	-0.48	0.145	0.160	1.560	801	-0.48	0.142	0.156	1.599
1882	0.050			0.573	0.249	801	-0.48	0.142	0.156	1.599	1480	-0.56	0.143	0.157	1.589
1883	0.050			0.591	0.257	1487	-1.05	0.195	0.214	1.198	841	-0.85	0.181	0.199	1.289
1884	0.050			0.591	0.257	841	-0.85	0.181	0.199	1.289	1449	-0.65	0.167	0.184	1.395
1885	0.050			0.591	0.257	977	-0.36	0.160	0.176	1.462	885	-0.37	0.159	0.175	1.469
1886	0.050			0.591	0.257	885	-0.37	0.159	0.175	1.469	1488	-0.38	0.158	0.174	1.476
1887	0.050			0.591	0.257	1488	-0.38	0.158	0.174	1.476	1489	-0.36	0.155	0.170	1.510
1888	0.050			0.591	0.257	1489	-0.36	0.155	0.170	1.510	889	-0.22	0.142	0.156	1.644
1889	0.050			0.591	0.257	889	-0.22	0.142	0.156	1.644	1490	-0.21	0.135	0.149	1.728
1890	0.050			0.591	0.257	1490	-0.21	0.135	0.149	1.728	1491	-0.22	0.133	0.147	1.753
1891	0.050			0.591	0.257	1491	-0.22	0.133	0.147	1.753	893	-0.22	0.133	0.146	1.762
1892	0.050			0.591	0.257	893	-0.22	0.133	0.146	1.762	975	-0.22	0.132	0.145	1.771
1893	0.050			0.591	0.257	975	-0.22	0.132	0.145	1.771	897	-0.22	0.128	0.141	1.819
1894	0.050			0.591	0.257	897	-0.22	0.128	0.141	1.819	1492	-0.22	0.125	0.137	1.870
1895	0.050			0.591	0.257	1492	-0.22	0.125	0.137	1.870	1493	-0.23	0.123	0.135	1.899
1896	0.050			0.591	0.257	1493	-0.23	0.123	0.135	1.899	900	-0.25	0.123	0.135	1.905
1897	0.050			0.591	0.257	900	-0.25	0.123	0.135	1.905	976	-0.26	0.122	0.134	1.911
1898	0.050			0.573	0.249	1475	-0.85	0.159	0.175	1.426	904	-0.84	0.159	0.175	1.421
1899	0.050			0.573	0.249	904	-0.84	0.159	0.175	1.421	959	-0.82	0.160	0.176	1.414
1900	0.050			0.591	0.257	946	-1.34	0.216	0.237	1.083	908	-1.19	0.205	0.226	1.138
1901	0.050			0.591	0.257	908	-1.19	0.205	0.226	1.138	1487	-1.05	0.195	0.214	1.198
1902	0.050			0.591	0.257	932	-0.85	0.148	0.163	1.581	998	-0.81	0.145	0.160	1.609
1903	0.050			0.591	0.257	998	-0.81	0.145	0.160	1.609	978	-0.75	0.142	0.157	1.642
1904	0.050			0.591	0.257	979	-0.55	0.131	0.144	1.779	1005	-0.52	0.130	0.143	1.800
1905	0.050			0.591	0.257	1005	-0.52	0.130	0.143	1.800	980	-0.50	0.128	0.141	1.818
1906	0.050			0.591	0.257	981	-0.42	0.124	0.136	1.886	1012	-0.37	0.121	0.133	1.930
1907	0.050			0.591	0.257	1012	-0.37	0.121	0.133	1.930	982	-0.31	0.118	0.130	1.979
1908	0.050			0.573	0.249	931	-2.19	0.216	0.237	1.051	1019	-2.13	0.213	0.234	1.064
1909	0.050			0.573	0.249	1019	-2.13	0.213	0.234	1.064	932	-0.85	0.148	0.163	1.533
1910	0.050			0.573	0.249	931	-2.19	0.216	0.237	1.051	1494	-2.17	0.215	0.236	1.055
1911	0.050			0.573	0.249	1494	-2.17	0.215	0.236	1.055	511	-2.03	0.208	0.229	1.086
1912	0.050			0.591	0.257	983	-0.22	0.113	0.124	2.072	1495	-0.22	0.113	0.124	2.074
1913	0.050			0.591	0.257	1495	-0.22	0.113	0.124	2.074	984	-0.22	0.113	0.124	2.074
1914	0.050			0.591	0.257	991	-0.22	0.113	0.124	2.074	1496	-0.22	0.113	0.124	2.075
1915	0.050			0.591	0.257	1496	-0.22	0.113	0.124	2.075	988	-0.22	0.112	0.124	2.081
1916	0.050			0.591	0.257	985	-0.25	0.113	0.124	2.067	1039	-0.21	0.111	0.122	2.110
1917	0.050			0.591	0.257	1039	-0.21	0.111	0.122	2.067	110	-0.17	0.108	0.119	2.154
1918	0.050			0.591	0.257	987	-0.10	0.105	0.115	2.229	1044	-0.19	0.109	0.119	2.151
1919	0.050			0.591	0.257	1044	-0.19	0.109	0.115	2.151	989	-0.28	0.113	0.124	2.069
1920	0.050			0.573	0.249	989	-0.28	0.113	0.124	2.006	1497	-0.57	0.127	0.139	1.786
1921	0.050			0.573	0.249	1497	-0.57	0.127	0.139	1.786	990	-0.93	0.144	0.158	1.577
1922	0.050			0.573	0.249	100	-1.42	0.182	0.201	1.242	940	-1.16	0.171	0.188	1.326
1923	0.050			0.573	0.249	940	-1.16	0.171	0.188	1.326	1440	-0.99	0.163	0.180	1.387
1924	0.050			0.591	0.257	1410	-1.12	0.200	0.220	1.167	943	-1.19	0.204	0.224	1.146
1925	0.050			0.591	0.257	943	-1.19	0.204	0.224	1.146	942	-1.23	0.206	0.226	1.135
1926	0.050			0.573	0.249	1423	-1.15	0.170	0.187	1.335	942	-1.13	0.168	0.185	1.345
1927	0.050			0.573	0.249	942	-1.13	0.168	0.185	1.345	48	-1.13	0.168	0.185	1.349
1928	0.050			0.591	0.257	9	-1.57	0.224	0.247	1.042	944	-1.58	0.225	0.247	1.040
1929	0.050			0.591	0.257	944	-1.57	0.225	0.247	1.040	1409	-1.59	0.226	0.248	1.035
1930	0.050			0.573	0.249	1452	-0.34	0.135	0.148	1.681	956	-0.57	0.136	0.149	1.667
1931	0.050			0.573	0.249	956	-0.37	0.136	0.149	1.667	150	-0.60	0.137	0.151	1.650
1932	0.050			0.591	0.257	958	-0.22	0.133	0.146	1.763	957	-0.22	0.132	0.145	1.770
1933	0.050			0.591	0.257	957	-0.22	0.132	0.145	1.770	178	-0.22	0.132	0.145	1.768
1934	0.050			0.573	0.249	157	-0.84	0.149	0.164	1.520	960	-0.85	0.149	0.164	1.518
1935	0.050			0.573	0.249	960	-0.85	0.149	0.164	1.518	155	-0.85	0.149	0.164	

I risultati possono essere riassunti nelle seguenti tabelle per SLU e SLV:

<b>Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]</b>	
<b>Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura</b>	
Inviluppo CCC	
Verifica di Resistenza del Terreno (GEO)	
Capacità portante del terreno e Scorimento sul piano di posa [§6.4.2.1]	<b>1.191</b>

Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]

Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)

Verifica di Resistenza (RES)

Ed.esistente, CU III: obbligatoria

P

Capacità portante del terreno e  
Scorimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5]

0.906

Confronto fra Capacita' e Domanda - Indicatori di rischio

Valore obiettivo di (zeta,E) = 0.800

VN = 50 anni, PGA,DLV = 0.259 g - TR,DLV = 712 anni - P,VR, DLV = 10 %

Indicatori di rischio (zeta,E),SLV

PGA,CLV (g)

TR,CLV (anni)

PVR,CLV (%)

PGA,CLV / PGA,DLV

TR,CLV / TR,DLV

VN,CLV (anni)

Capacita' limite in fondazione

⇒

0.234

290

22.770

0.788

0.407

20

Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]

Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLE di Danno (SLD)

Verifica di Resistenza (RES)

Ed.esistente, CU III: non obbligatoria

r

Capacità portante del terreno e  
Scorimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5]

1.036

Confronto fra Capacita' e Domanda - Indicatori di rischio

Valore obiettivo di (zeta,E) = 0.800

VN = 50 anni, PGA,DLD = 0.124 g - TR,DLD = 75 anni - P,VR, DLD = 63 %

Indicatori di rischio (zeta,E),SLD

PGA,CLD (g)

TR,CLD (anni)

PVR,CLD (%)

PGA,CLD / PGA,DLD

TR,CLD / TR,DLD

VN,CLD (anni)

Capacita' limite in fondazione

⇒

0.153

95

54.428

1.109

1.267

7

Le verifiche statiche sono soddisfatte, le verifiche sismiche non risultano appieno soddisfatte per alcune porzioni di fondazioni in prossimità del vano scale e per la verifica a scorrimento, il coefficiente di sicurezza è però molto elevato pari a 0,906 che corrisponde a un indicatore  $\zeta_E$  PGA = 0,788.

## j) Confronto dei risultati con le prestazioni previste per le opere;

Tutte le verifiche soddisfano appieno le prestazioni previste per le opere di progetto, ovvero il superamento della soglia del 60% di adeguamento strutturale, inoltre le verifiche statiche risultano soddisfatte.

## k) Prescrizioni sulle modalità costruttive;

È opportuno procedere per campioni alle opere di sottofondazione, in particolare per quanto riguarda la fase di demolizione della muratura esistente per la realizzazione dei rostri/traversi collegamento.

## l) Eventuale piano di monitoraggio in corso d'opera e in esercizio

Non è previsto un piano di monitoraggio specifico per le opere geotecniche di progetto: durante la vita utile sarà cura della Committenza verificare eventuali cedimenti e deformazioni anomale accompagnate da eventuali lesioni che si dovessero manifestare sulle opere.

Il Tecnico

Ing. Alessio Bartolini